



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

⑯ Veröffentlichungsnummer:

0 192 120

A2

⑰

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

㉑ Anmeldenummer: 86101429.8

㉑ Int. Cl.⁴: H 04 Q 9/00
H 02 J 13/00

㉒ Anmeldetag: 04.02.86

㉓ Priorität: 04.02.85 DE 3503655

㉔ Anmelder: Dietrich, Peter
Mozartstrasse 7
D-7952 Schwaikheim(DE)

㉕ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.08.86 Patentblatt 86/35

㉖ Anmelder: Lemppenau, Wolfram
Kappelbergstrasse 40/I
D-7012 Fellbach(DE)

㉗ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

㉘ Erfinder: Dietrich, Peter
Mozartstrasse 7
D-7952 Schwaikheim(DE)

㉙ Vertreter: Altenburg, Udo, Dipl.-Phys. et al,
Patent- und Rechtsanwälte
Bardehle-Pagenberg-Dost-Altenburg-Frohwitter &
Partner Postfach 88 06 20
D-8000 München 88(DE)

㉚ Verfahren und Einrichtung zur Datenübertragung in der Fernwirktechnik.

㉛ Ein Verfahren zur Datenübertragung in der Fernwirktechnik in Melde- und Befehlsrichtung, bei dem Informationen von einer Informationsquelle zu einer oder mehreren Informationssenken auf vorhandenen, langsamen Übertragungskanälen übertragen werden, wobei selbstbeschreibende Datenformate verwendet werden, die neben den Informationen jeweils eine Aussage über die Informationsquelle und die Informationsart aufweisen.

EP 0 192 120 A2

/...

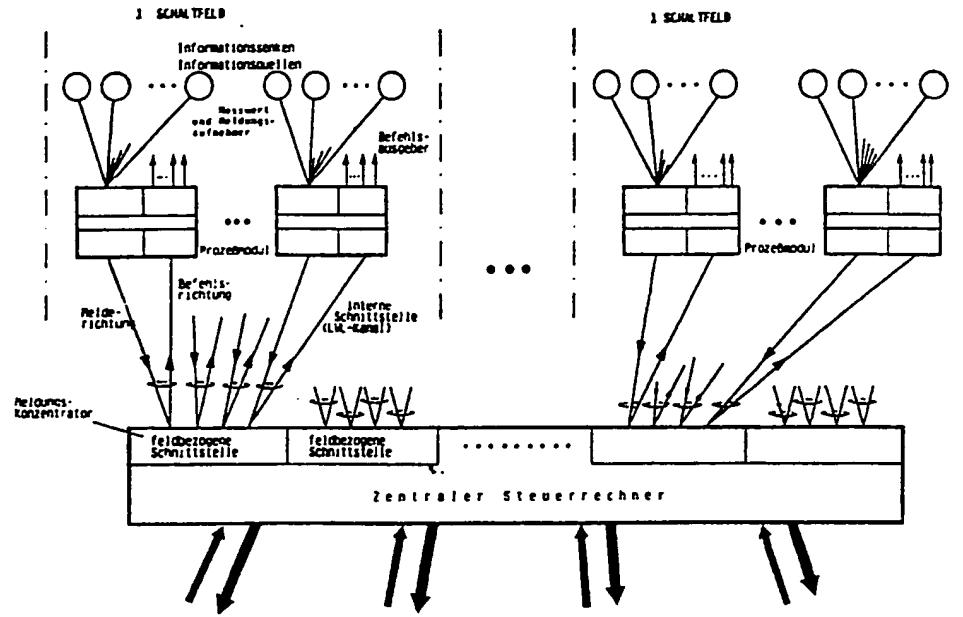


Fig. 2: Fernwirkeinrichtungen in Zusammenk.

1
0192120

1

B e s c h r e i b u n g

5 Verfahren und Einrichtung zur Datenübertragung in der
Fernwirktechnik

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung
zur Datenübertragung in der Fernwirktechnik in Melde- und
Befehlsrichtung, bei dem Information von einer Informa-
tionsquelle zu einer oder mehreren Informationssenken auf
15 vorhandenen langsamem Übertragungskanälen übertragen
wird.

1. Einführung

20

1.1 Stand der Technik

In der Fernwirktechnik stehen bekanntlich im Gegensatz
zur sonstigen Telekommunikation vergleichsweise langsame
25 Übertragungskanäle zur Verfügung. Häufig werden zur Über-
tragung die vorhandenen Energieübertragungsstrecken
(Freileitungen, Kabel) und sonstige Nachrichtenwege
benutzt, die mit vertretbarem Aufwand nur eine schmale
Bandbreite zulassen. Von diesem Frequenzband wird bei
30 abgelegenen Anlagen ein großer Teil z.B. für eine
Telefonverbindung benötigt, so daß für die Datenübertra-
gung dann z.B. nur der Bereich unterhalb von 300 Hz zur
Verfügung steht. Eine gängige Übertragungsrate ist daher
zur Zeit für solche Fälle 50 oder 200 Baud.
35 Bekanntermaßen werden in der konventionellen Fernwirk-
technik die an einer Übergabeleiste 1 zu 1 anstehenden
Informationen mittels eines zeitmultiplexen Systems an
eine entfernte Steuerstelle übertragen und dort

0192120
1 ausgegeben. Die Informationen sind in fast beliebiger Weise entsprechend den Eingabeleisten als Einzelbits in Telegrammen perlenartig aufgereiht, ohne Berücksichtigung einer Weiterverarbeitung. Es sind heute Anwendungsfälle
5 bekannt, bei denen über in den Unterstationen eingebaute Module einzelne oder alle Informationsbits nach denselben Prinzipien wie in den Rechnern der einzelnen Netzleitstellen in verschiedene Informationsrahmen rangiert werden, ohne jedoch das Prinzip der perlenartigen Aufreihung
10 von Einzelbits in Telegrammen zu durchbrechen.

Die Befehlsrichtung, d.h. die Übertragung von Steuerbefehlen von einer zentralen Steuerstelle z.B. zu einer entfernten Schaltanlage, geschieht auf die entsprechende
15 Weise durch Setzen einzelner Bits in einem Befehlstelegramm. Auch hierbei ist die Klemme der Befehlseingabeleiste als Bit innerhalb des Befehlstelegramms abgebildet und wird am Ausgabeort als Spannung an einer Befehlausgabeklemme dargestellt.

20

Bei reiner Informationsübertragung von Punkt zu Punkt und Übertragung des Abbilds von Übergabeleisten mittels der Fernwirktechnik von einem Ort zu einem anderen Ort ist dieses System ausreichend. Sollen jedoch die in einer
25 Unterstelle erfaßten Informationen weiterverarbeitet oder an andere Ebenen eines Informationsnetzes übergeben werden, so muß im Rechner einer nachgeschalteten Datenverarbeitungsanlage für jedes einzelne Bit eine Beschreibung hinterlegt werden. Werden auf diese Weise mehrere Ebenen
30 des Informationsnetzes mit verschiedenen Datenverarbeitungsanlagen hierarchisch durchlaufen, so vervielfacht sich der Beschreibungsaufwand und damit auch der Änderungsaufwand für die einzelnen Informationsbits.

35 Die sich daraus ergebende Datenstruktur in der Übertragung hat den Nachteil, daß die zu einer einzelnen Datenquelle gehörenden Informationen im Informationsrahmen der Übertragung beliebig und willkürlich verteilt sind.

0192120

1 Herkömmliche digitale Datenübertragungsverfahren aus der
Telekommunikation lassen sich auf die Fernwirktechnik
nicht übertragen, da wie oben angeführt, die in der Fern-
5 wirktechnik üblicherweise langsamen Übertragungskanäle
bereits für die Übertragung einer oder nur weniger Infor-
mationen nicht mehr ausreichen würden.

1.2 Aufgabe und Lösung

10 Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein
Übertragungssystem der Fernwirktechnik für Melde- und Be-
fehlsrichtung anzugeben, das auf vorhandenen Übertragun-
gskanälen einsetzbar ist, gleiche Zeitbedingungen wie
15 bisherige Übertragungsverfahren in der Fernwirktechnik
einhält und ein kostensenkendes Verfahren bei der Daten-
nachführung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebene
20 Erfindung gelöst.

1.3 Vorteile

Die Erfindung hat den Vorteil, daß zu jedem Zeitpunkt und
25 in jeder Ebene des Informationsnetzes die Bedeutung und
die Quelle einer Einzelinformation erkannt werden kann.
Dadurch wird es möglich, daß bei Änderungen von Ein-
zelquellen, beispielsweise Schaltgeräten, nur in der be-
treffenden Unterstation die zugehörige Datenquellenbe-
30 schreibung angepaßt werden muß. Darüber hinausgehende Er-
weiterungen im Informationsnetz oder gar Neu- oder Nach-
generierungen von Dateien für die im Netz eingesetzten
Rechner sind nicht erforderlich, sofern die Dateien
einmal richtig erstellt worden sind.

35 Die vorliegende Erfindung ist verträglich mit bereits
vorhandenen Systemen, so daß eine Anpassung nach und nach
vorgenommen werden kann. Darüber hinaus bietet die vor-
liegende Erfindung den Vorteil, daß sie auch für

0192120

1 zukünftige Erweiterungen offen ist. Die Verträglichkeit mit den bereits vorhandenen Systemen wird u.a. dadurch sichergestellt, daß das vorliegende Verfahren etwa z.B. die gleichen Informationen in der gleichen Zeit übertragen kann wie die bisherigen Systeme. Die Sicherheitsbedingungen der bisherigen Systeme werden erfüllt oder gar noch weit übertroffen. Mit der vorliegenden Erfindung ist eine laufende Aussage über die Übertragungskanalgüte möglich.

15

Durch die selbstbeschreibenden Datenformate entfallen die bisher notwendigen Bit-beschreibenden Zuweisungslisten in den einzelnen Netzknoten. Bei Erweiterungen in einer Unterstation muß der allgemeine Datenbestand in den 15 Netzknoten nicht geändert werden. Ebenso entfallen Änderungen in den Datenverarbeitungsanlagen der Netzleitstellen. Erstmalig wird mit der vorliegenden Erfindung im Rahmen der Fernwirktechnik eine Übertragung von Klartextinformation z.B. in ASCII-Code möglich, wodurch die Inbetriebnahme, die Wartung und Instandhaltung eines Informationsnetzes in der Fernwirktechnik ganz wesentlich vereinfacht wird.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist darin 25 zu sehen, daß die bisher notwendige Verdrahtung innerhalb einer Unterstation ganz wesentlich vereinfacht wird.

Dadurch ergeben sich weitere Möglichkeiten zur Kosteneinsparung.

30 Die Informationen werden vorteilhafterweise nach Wichtigkeit ausgewählt, komprimiert oder gebündelt und die Meßwerte werden verdichtet. Dadurch läßt sich die Übertragungszeit, die für die Informationsmenge an sich notwendig ist, entscheidend vermindern.

35 Vorteilhafterweise läßt sich jede Veränderung des Netzzustandes anhand der vorliegenden Informationen trotzdem nachvollziehen, da jede Information mit einem Zeitstempel versehen werden kann, der eine Zeitauflösung unter 1 ms ermöglicht.

0192120

1 Des weiteren wird vorteilhaft ausgenutzt, daß sich die Übertragungsgeschwindigkeit auf Einzelstrecken des Fernwirknetzes den zu übertragenden Daten anpassen läßt. Dies
5 ist insbesondere dann auch ohne größere zusätzliche Kosten zu verwirklichen, wenn die Informationsquellen räumlich dicht benachbart sind. Allgemein ist davon auszugehen, daß nur in einem solchen Fall große Informationsmengen zur Übertragung anstehen können.

10 In anderen Fällen, in denen es notwendig ist, große Informationsmengen zu übertragen, werden diese Informationsmengen in langen Übertragungspaketen übertragen, die in logische Blöcke unterteilt sind, wobei die Übertragung
15 der Informationspakete ohne Informationsverlust nach jedem logischen Block unterbrochen werden kann. Die Meßwerte werden vorteilhafterweise in physikalischen Größen mit codierten SI-Einheiten übertragen. Dies erleichtert die Weiterverarbeitung und die Datennachführung.

20 Die vorliegende Erfindung ermöglicht vorteilhafterweise, daß mit nur einer Unterstation eine Steuerung bei Mehrfachzugriff, z.B. auch in großen Umspannwerken konfliktfrei erfolgen kann. Auch im Störungsfall ist eine
25 Umschaltmöglichkeit der Hauptschaltberechtigung gewährleistet. Bei erhöhten Sicherheitsanforderungen ermöglicht die vorliegende Erfindung vorteilhafterweise den Einsatz von Doppel- und Mehrrechner-Strukturen in der Unterstation.

30 Die Gesamtheit der Informationsmenge, die in einer Unterstation anfällt, läßt sich mit Informationsmasken in beliebige Untermengen aufteilen, die beliebig getrennt an beliebige Netzteilestellen übertragen werden können.

35 Die das Verfahren realisierende Einrichtung zur Datenübertragung in der Fernwirktechnik ist modular aufgebaut. Dadurch wird der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand ganz wesentlich vermindert.

0192120

1.4 Figurenbeschreibung

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten
5 der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der
nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in
Verbindung mit der Zeichnung. Darin zeigen:

Figur 1 die Architektur eines Fernwirksystems,

Figur 2 Fernwirkeinrichtungen im Umspannwerk,

Figur 3 Struktur einer Unterstation,

15 Figur 4 einen Datenfluß der Unterstation in
Melderichtung,

Figur 5 Hierarchiestufen eines Meldungskonzentrators,

20 Figur 6 Prinzipschaltbild einer Befehlausgabe,

Figur 7 ein Meldungsformat auf einer Fernübertragungs-
strecke,

25 Figur 8 Übertragungszeiten auf einer Fernübertragungs-
strecke.,

Figur 9 ein Meldungsformat auf einer internen
Schnittstelle,

30

Figur 10 ein Übertragungsformat auf einer internen
Schnittstelle in Befehlsrichtung,

Figur 11 eine Fernübertragungsstrecke und

35

Figur 12 eine Rechnerdopplung.

0192120

1

2. Gesamtkonzept

2.1 Übersicht

5

Im Gegensatz zu heutigen Strukturen, bei denen über eine Unterstation nur eine Netzeitstelle auf ein Umspannwerk zugreifen kann und über diese Unterstation die Meldungen standardmäßig nur dieser einen Netzeitstelle zur Verfügung gestellt werden können, ermöglicht das hier vorgestellte Konzept eine Meldungs- und Steuerungsstruktur, wie sie beispielhaft in Figur 1 dargestellt ist.

Die Informationen eines Umspannwerkes können verschieden 15 den Netzeitstellen zur Verfügung gestellt werden, ebenso wie verschiedene Netzeitstellen auf einzelne Schaltgeräte oder das gesamte Umspannwerk in Steuerrichtung zugreifen können. Hierbei werden im System Konfliktfälle durch vorbereitete Algorithmen vermieden.

20

Die Informationen eines Schaltfeldes in einem Umspannwerk werden mittels einer oder mehrerer Baugruppen aufgesammelt und logisch dem entsprechenden Feld zugeordnet. Sie werden vorverarbeitet, konzentriert, 25 Übergreifende Meldungen werden generiert, bei Bedarf vor Ort registriert und alle Meldungen oder eine gewisse Auswahl davon, je nach Parametrierung, zur Übertragung in bis zu vier verschiedene Richtungen bereitgestellt.

30 Figur 1 zeigt ein Umspannwerk mit bis zu 32 Schaltfeldern und 4 Netzeitstellen. Hierbei sei z.B. unterstellt, daß eine Netzeitstelle für die Steuerung nur eines Schaltfeldes ausschließlich zuständig wäre, eine Netzeitstelle als priorisierte Steuerstelle für das gesamte Umspannwerk 35 gelte (Hauptsteuerstelle), eine dritte Steuerstelle als Zweitsteuerstelle nach Umschaltung der Hauptsteuerfunktionen für das betreffende Umspannwerk eingesetzt werden kann und eine vierte Netzeitstelle nur ein bestimmtes Schaltgerät eines bestimmten Feldes zu 40 bedienen hätte.

0192120

1 Die Informationen des Umspannwerkes können je nach Para-
metrierung der Unterstation allen vier Netzleitstellen,
einer Netzleitstelle nur eine Untermenge davon und einer
5 zweiten Netzleitstelle nur eine andere Untermenge davon
zur Verfügung gestellt werden.

2.2 Fernwirktechnische Einrichtungen im Umspannwerk

10 Im Umspannwerk befinden sich Einrichtungen für die
Aufnahme von Informationen, wie

15 Schaltgeräte Stellungsmeldungen,
Warn- und Kennmeldungen,
Wischermeldungen,
Meßwerte und
Zählerstände.

20 Die Befehlsausgabe erfolgt über Ausgabeeinrichtungen mit
1-aus-n-Kontrolle und Schaltstromkontrolle. Diese Ein-
richtungen für die Informationserfassung und Befehlsgabe
zeichnen sich durch eine hohe (7,5 kV) elektromagnetische
Verträglichkeit (EMV) aus, so daß sie in Hochspannungs-
schaltanlagen prozeßnah eingesetzt werden können.

25 2.3 Einrichtungen in der Steuerstelle

Bei der vorliegenden Erfindung werden in vorteilhafter
Weise in den Netzleitstellen (Steuerstellen) Rechner
30 vorausgesetzt. Das vorgestellte Fernwirkkonzept bietet
dabei wesentliche Vorteile in der Codierung.

0192120

1
3. Feldbezogene Einrichtungen5
3.1 Informationserfassung

10 Zur Erfassung der Informationen aus den Schaltfeldern stehen Prozeßmodule zur Verfügung, von denen vorzugsweise bis zu 4 Einheiten an einen nachfolgenden Meldungskonzentrator (sh. Figur 2) angeschlossen werden können. Die Übertragung zwischen einem Prozeßmodul und dem Meldungskonzentrator erfolgt über Lichtwellenleiter (LWL). Jedes Prozeßmodul ermöglicht den Anschluß von vorzugsweise 32 Kontakten für Einzelmeldungen. Diese können problemlos auf 16 zweiseitig zu übertragende Meldungen, z.B. Schaltgerätestellungsmeldungen aufgeteilt werden. Frei definiert können diese vorzugsweise 32 Meldungseingänge alle insgesamt, oder ein Teil davon z.B. für Wisschermeldungen und Zählerstandsmeldungen verwendet werden. Eine Unterscheidung zwischen sogenannten "Normalen-" und oder Echtzeitmeldungen ist in der hier beschriebenen Meldungserfassung nicht erforderlich, weil sichergestellt ist, daß das gesamte Abbild eines Schaltfeldes über die dem Prozeßmodul nachgeschaltete Übertragungseinrichtung mit Lichtwellenleiter dem Meldungskonzentrator und damit der Echtzeit-Zuordnung in einer Zeitauflösung beispielsweise <6 ms angeboten und im Meldungskonzentrator verarbeitet wird (sh. Abschnitt 5 und 6).

30 Jedes Prozeßmodul verfügt über 4 für positive und negative Analogwerte ausgelegte Eingänge. An jedem der vorzugsweise 4 pro Feld anschaltbaren Prozeßmodule können so alle oder nur ein Teil der pro Schaltfeld anfallenden Analoginformationen aufgenommen werden. Aus wirtschaftlichen Gründen sind Prozeßmodule, die nur für Meßwerte ausgerüstet sind, denkbar.
Für diese prozeßnah eingesetzten Module sind die im Rahmen von VDE 0432 Teil 2/10.78 vorgesehenen Richtlinien für elektromagnetische Verträglichkeit mit z.B. 1/50-Welle erfüllt.

0192120

1

3.2 Befehle

Das Prozeßmodul ist neben der Erfassung der Informationen
5 in der Lage, die gesamte Befehlsrichtung zu bedienen. Befehle werden nach Durchlaufen der 1-aus-n-Kontrolle und
Freigabe durch die Schaltstromkontrolle (Abschnitt 10:
Schutzalgorithmen der Befehlsausgeber) ausgegeben. Sollte
einer dieser Schutzalgorithmen die Befehlsausgabe
10 verhindern, so wird dies als Fehlermeldung dem Gesamtsystem zur Verfügung gestellt. Eine erfolgreiche Befehlsausführung wird durch die entsprechenden Meldungseingaben aus den Schaltgeräten erfaßt.

15

4. Prozeßmodul

4.1 Informationserfassung

20 Das Prozeßmodul enthält die notwendigen Einrichtungen für den Anschluß aller digital anstehenden Informationen. Dazuhin können die vorzugsweise 4 je Prozeßmodul vorgesehenen analogen Meßwerte - ohne Einfluß auf die anderweitige Verwendung der digitalen Eingänge -
25 alternativ mit Stromschleifen als Analogwerte oder über einen sequentiellen Datenkanal mit digital verschlüsselten Werten angeschlossen werden. Eine feste Zuordnung von Schaltgerätestellungsmeldungen, Warn- oder Kennmeldungen, Wischermeldungen, Echtzeitmeldungen und
30 Zählerständen auf die einzelnen Klemmen ist nicht erforderlich. Die Zuordnung der einzelnen Meldungen erfolgt durch entsprechende Parametrierung der Unterstation. Durch diese Parametrierung in den Meldungskonzentratoren, die den Prozeßmodulen über Lichtwellenleiter
35 nachgeschaltet sind, werden den mechanischen Klemmen durch das gesamte Informationsnetz durchgängige und logische Meldungsnummern zugeordnet. Eine Beschränkung auf bestimmte Nummern, oder Nummernbereiche besteht nicht, sofern nur diese Nummernvergabe zentral für das
40 gesamte Informationsnetz erfolgt (Beispielsweise verfügbar-

Q192120

1 barer Nummernbereich bei 11 Bit = 2048 Meldungen je Mel-
 dungstyp bei beispielsweise 32 maximal möglichen Meldun-
 gstyphen. Durchschnittlich sind fernwirktechnisch derzeit
 in einem Netz ca. 700 unterschiedliche Meldungen

5 relevant. Unabhängig von der Ebene des Informationsnetzes
 kann so, aufgrund der Meldungsnummer selbst, jede Infor-
 mation eindeutig erkannt werden, wenn die nachstehend
 beschriebenen Informationserweiterungen wie Schalt-
 feldnummer und Umspannwerk erfolgt sind (sh. Ab-
 10 schnitt 20.2).

4.2 Befehlsausgabe

Für die Befehlsausgabe ist in den Prozeßmodulen ein Be-
 15 fehlausgeber integriert. Befehle werden zum Befehlaus-
 geber im Prozeßmodul als Informationsnummer übertragen.
 Dort wird überprüft, ob ein der übertragenen Nummer ent-
 sprechender Befehl im angesprochenen Prozeßmodul
 aktiviert ist. Danach wird das zu diesem Befehl gehörende
 20 Befehlausgabерelais (Markierrelais) gesetzt (sh. Ab-
 schnitt 10). Dabei wird im Prozeßmodul ein Meldekontakt
 des markierten Befehlausgabерelais abgefragt und so
 sichergestellt, daß nur dieses Relais die Ausgabe des an-
 stehenden Steuerbefehls vorbereitet. Danach erfolgt die
 25 Schaltstromkontrolle. Nach erfolgreichem Abschluß dieser
 Tests wird über ein generelles Befehlausgabерelais die
 Schaltspannung in den markierten Befehlausgabeweg
 eingespeist.

Die Zeitdauer für diese Prüfungen beträgt etwa 500 ms mit
 30 Schaltstromkontrolle und nur etwa 10 ms, wenn auf die
 Schaltstromkontrolle verzichtet werden kann.
 Der Befehlausgeber verhindert das zeitliche Überlappen
 zweier Befehle: Folgt ein zweiter Befehl, solange der
 erste noch ansteht, so wird der zweite verworfen. Die Be-
 35 fehlausgabezeit kann vorzugsweise zwischen 100 ms und
 20 s frei gewählt werden.

0192120

5. Meldungskonzentror und Befehlsübertragung

Von den Prozeßmodulen abgesetzt und mit diesen über

5 Lichtwellenleiter verbunden, befindet sich in der Unterstation pro Schaltfeld je ein Meldungskonzentror mit integrierter Befehlsübertragungseinrichtung. Diese Baugruppe versorgt im vorliegenden Fall bis zu maximal

10 die Verknüpfung der einzelnen Funktionen der Module ist in Figur 3 dargestellt. Man erkennt dort die Meldungskonzentratoren zwischen den Prozeßmodulen und dem Modul zur Meldungs-Vorverarbeitung.

15 Am Meldungskonzentror stehen alle Informationen in Echtzeit an, d.h. der Zeitverzug zwischen deren Auftreten am Prozeßmodul und ihrem Eintreffen am Meldungskonzentror beträgt beispielsweise <6 ms. Im Meldungskonzentror wird ein Abbild sämtlicher in den Prozeßmodulen vorhandenen Klemmen in Echtzeit nachgeführt. Außerdem werden im Meldungskonzentror bei der Inbetriebnahme der Anlage parametrierbare Listen hinterlegt, welche die pro Prozeßmodul aktivierten Klemmen beschreiben. In dieser Baugruppe erfolgt die Zuordnung der aktivierten Einzelklemmen zu

20 25 den im Informationsnetz erforderlichen Meldungsnummern.

Diese Parametrierung wird bei der Systeminstallation nach gewünschten Vorgaben als Defaultwerte voreingestellt und kann während der Betriebsphase jederzeit vor Ort geändert

30 werden. Diese Arbeiten erfolgen über eine nicht dargestellte Dialogeinrichtung mit Display und Tastatur. Durch Auswahl entsprechender Bauelemente (nicht flüchtige Speicherelemente) ist sichergestellt, daß bei Spannungs- ausfall und Systemstillstand die jeweils aktuellen

35 Parameter-Werte erhalten bleiben und bei Wiederauflauf des Systems richtig übernommen werden.

Da im Meldungskonzentror das Informationsmuster an den Klemmen der Prozeßmodule in Echtzeit abgebildet wird, ist

40 es Aufgabe des Meldungskonzentrators, mögliche Änderungen

0192120

- 1 des Meldungsabildes durch Alt-Neuvergleich unter Echtzeitbedingungen zu erkennen. Die erkannten Änderungen werden an die nachgeschalteten Einrichtungen zur Übertragung in die Ferne weitergegeben.
- 5 Dem Meldungskonzentrator obliegt auch die Aufgabe, die eintreffenden Meßwerte in zweierlei Hinsicht zu bearbeiten:
 - Integrierender Schwellwert mit parametrierbarer Schwellwertvorgabe.
 - Umwandlung der eintreffenden Prozentwerte in eine Meßwertdarstellung mit physikalischen Einheiten anhand im Meldungskonzentrator hinterlegter Anpassungskennlinien.
- 15 Diese Kennlinien werden über Defaultwerte voreingestellt. Vor Ort sind sie während des Betriebs änderbar.

Falls eine über den bisher bekannten Umfang hinausgehende Meldungsvorverarbeitung erforderlich wird, werden die vom
- 20 Meldungskonzentrator weitergereichten Informationen mit Klassifizierungskennzeichen versehen. So werden komplexe Architekturen zur Generierung neuer logisch verknüpfter Meldungen möglich.
- 25 Beim Eintreffen der Aufforderung zur Generalabfrage wird vom Meldungskonzentrator ein komplettes Abbild der im Schaltfeld aktivierten Meldungen an die nachgeschalteten Einrichtungen zur Übertragung in die Ferne übergeben. In der Befehlsrichtung werden die vom zentralen Steuerrechner übermittelten Befehle an den jeweiligen Befehlausgeber im Prozeßmodul weitergegeben. Systemmeldungen, z.B. Kanalausfälle oder Übertragungsstörungen werden im Meldungskonzentrator erkannt und zur Meldungsvorverarbeitung weitergereicht.
- 30 35 Jedem Meldungskonzentrator wird von der zentralen Uhr der Unterstation (DCF-77) die aktuelle Uhrzeit zur Verfügung gestellt. Jede an die Meldungsvorverarbeitung weitergereichte Meldung wird für systeminterne Zwecke im Meldungskonzentrator mit der aktuellen Uhrzeit versehen (sh.

0192120

1 Abschnitte 14 und 21).

6. Meldungsvorverarbeitung

5

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden 4 Meldungskonzentratoren an eine Meldungsvorverarbeitungs-Baugruppe angeschlossen.

10 Hier ist es möglich, übergeordnete Vorgänge aus der Schaltanlage zu erkennen. Bei Bedarf können neue Meldungen erzeugt sowie gegebenenfalls die dazugehörigen Einzelmeldungen unterdrückt werden.

15 Die von den einzelnen Konzentratoren bereitgestellten Meldungen werden nach Prioritäten sortiert und zur Übergabe an den zentralen Steuerrechner in den der Priorität entsprechenden Meldungspuffer eingetragen. Der Datenfluß in der Unterstation und die zugehörigen Bearbeitungsmodule sind beispielhaft in Figur 4 dargestellt. Generell ist eine beliebige Aufteilung nach Meldungsarten und beliebig vielen Prioritäten möglich. Eine 20 Aufteilung der Informationen in vorzugsweise 3 Prioritätsklassen erscheint in der Praxis des vorliegenden Ausführungsbeispiels ausreichend und sinnvoll.
Diese 3 Prioritätsklassen sind beispielsweise:

25

hohe Priorität
mittlere Priorität und
niedrige Priorität.

30 Gemäß den betrieblichen Erfordernissen kann der Anwender jede Meldungsart einer dieser Prioritätsklassen zuordnen. Vorgeschlagen wird:

Zur hohen Prioritätsklasse gehören all diejenigen Meldungen, welche sofort abgesetzt werden müssen, zur 35 niedrigsten Priorität zählen all diejenigen Meldungen, welche irgend wann einmal übertragen werden müssen (eventuell mit Uhrzeit), z.B. Echtzeit, aber auch Klartext. Alle anderen Meldungen werden der mittleren Priorität zugeordnet.

1

Die dazugehörigen Defaultwerte werden bei der Systeminstallation entsprechend den Projektierungsvorgaben eingestellt. Sie können jedoch jederzeit vor Ort neu

5 parametrieren werden.

Die an den zentralen Steuerrechner weitergegebenen Informationen werden in der Meldungsvorverarbeitung durch die zugehörige Feldnummer ergänzt. Danach erfolgt eine Unterteilung der Meldungen in zwei Klassen:

10

- a) Meldungen, welche nicht zur Bildung übergeordneter Meldungen verwendet werden und
- b) Meldungen, welche zur Bildung übergeordneter Meldungen verwendet werden

15

Während Meldungen nach a) unverzögert von der Meldungsvorverarbeitung an den zentralen Steuerrechner weitergeleitet werden, werden Meldungen nach b), bedingt durch die Forderung des Erkennens übergeordneter Meldungen, 20 beim Eintreffen einer ersten Meldung eine gewisse Wartezeit verzögert, wobei als Grundwert (Defaultwert) z.B. 100 ms eingestellt sind. Innerhalb dieser 100 ms wird versucht, übergeordnete Meldungen zu bilden. Dies hat notwendigerweise zur Folge, daß beim Auftreten auch 25 nur einer Meldung nach b) diese um 100 ms verzögert wird, bevor sie dem zentralen Steuerrechner übergeben wird.

Nach Ablauf der 100 ms wird in z.B. 10 ms-Zeitintervallen geprüft, ob innerhalb eines solchen Zeitintervalls weitere Meldungen nach b) eintreffen. Die Bildung von 30 verknüpften Meldungen erfolgt erst dann, wenn in einem derartigen 10 ms-Zeitabschnitt keine weiteren Meldungen nach b) eingetroffen sind.

Dies hat keinen Einfluß auf die Erfassung der tatsächlichen Echtzeit in den Meldungskonzentratoren (sh. 35 Abschnitt 14: Zeitstempel).

0192120

1
7. Zentraler Steuerrechner5
7.1 Örtliche Anzeigen und Befehlsgabe

Am zentralen Steuerrechner sind die Bedienungseinheiten für die Systemwartung und die Parametrierung vor Ort angeschlossen. Außerdem stehen am zentralen Steuerrechner alle Fernwirkinformationen zur Verfügung, so daß hier eine Protokollierung mittels Druckern und Meßwertschreibern, eine Ablage der Informationen z.B. auf magnetischen Massenspeichern sowie optische und akustische Anzeigen vor Ort möglich ist. Der Anschluß einer Notsteuertafel ist hier vorgesehen.

Aus den Fernübertragungseinheiten übernimmt der zentrale Steuerrechner die Steuerbefehle und leitet diese nach Durchlaufen von Sicherungsalgorithmen und Plausibilitätskontrollen weiter zur Befehlsübertragungseinrichtung der Meldungskonzentratoren.

15
7.2 Bedienung und Systemkonfigurierung

Die Bedienung des Gesamtsystems erfolgt über das am zentralen Steuerrechner angeschlossene Bediengerät mit Display und Tastatur.

Das Bediengerät ermöglicht die Anzeige und die Einstellung der Systemparameter. Als Beispiel werden aufgeführt:

30

- Aktivierte Meldungen, Meßwerte und Zählerstände je Prozeßmodul und Schaltfeld
- Zuordnung der physikalischen Klemmennummern zu den im Informationssystem verwendeten logischen Meldungsnummern
- Festlegung der Feldnummern
- Meßwertkennlinien
- Zuordnung der physikalischen Meßwerteinheiten
- Einstellung der Ansprechschwelle bei der integrierten Meßwertverarbeitung

0192120

- 1 - Einstellung der Meldungsverzögerung (Default 100 ms;
sh. Abschnitt 14: Zeitstempel)
- Generierungsalgorithmen für logisch verknüpfte Meldungen
- 5 - Festlegung der Meldungsprioritäten
- Festlegung der Schaltberechtigungen aus den einzelnen Netzleitstellen
- Verteilung der Informationen des Umspannwerks auf die einzelnen Netzleitstellen
- 10 - Parametrierung der Fernübertragungseinrichtungen für Meldungs- und Befehlsweg (Übertragungsgeschwindigkeit)
- interne Systemkonfiguration
- Systemgesamtausbau (Drucker, örtliche Anzeigen,
örtliche Massenspeicher usw.)
- 15 - Überwachung und Zuordnung der einlaufenden Befehle auf die einzelnen Befehlsausgeber
- Bearbeitung von System- und Systemfehlermeldungen
- Aktivierung der zugelassenen Befehle aus den einzelnen Fernübertragungsstrecken
- 20 usw.

Die vorstehend aufgeführten Daten und Parameterwerte werden bei Neuinstallation eines Systems voreingestellt geliefert. Die entsprechenden Bedienungen sind nur bei 25 Änderungen und Erweiterungen während des Betriebs erforderlich.

7.3 Überwachung aus mehreren Netzleitstellen

- 30 In der Praxis ist es häufig erforderlich, die Informationen aus einer Hochspannungsschaltanlage insgesamt, oder ausgewählte Teile davon, verschiedenen Netzleitstellen oder Partnerunternehmen zur Verfügung zu stellen. Dieses wird in der bisherigen Technik durch Meldungs- und 35 Meßwertabriegelungen (Meldungs-Zwischenrelais, Meßwert-Trennverstärker) erreicht. Das hier vorgestellte Fernwirksystem ermöglicht die Überwachung und Steuerung einer Schaltanlage aus bis zu vier verschiedenen Netzleitstellen. Über feste Zuordnungen werden die Zugriffsberechti-

0192120

1 gungen der einzelnen Netzleitstellen auf die Schaltanlage verwaltet. Hierbei kann eine Verwaltung der übergeordneten Hauptschaltberechtigung erfolgen. Auch kann die Schaltberechtigung auf ausgewählte Schaltfelder oder
5 ausgewählte Schaltgeräte vorgesehen werden. Vom System zugelassen sind Umschaltalgorithmen, die es ermöglichen, daß die Hauptschaltberechtigung von einer Netzleitstelle auf eine andere übertragen wird. Eine solche Übertragung der Hauptschaltberechtigung ist durch besondere Maßnahmen
10 der zu aktivierenden Netzleitstelle, die weiter unten erläutert werden, auch dann möglich, wenn Übertragungswege von und zu den anderen Netzleitstellen ausgefallen oder gestört sind. (Besondere Umschaltalgorithmen bei Doppelrechnersystem sh. Abschnitt 29.)

15

8. Fernübertragungseinheit

Die Fernübertragungseinheiten übernehmen den nachrichtentechnischen Informationsaustausch mit den entfernten Netzleitstellen (sh. Figur 3). Hierzu übergibt der zentrale Steuerrechner die für die jeweilige Fernübertragungseinheit vorgesehenen Informationen.

Die Fernübertragungseinheiten verpacken diese Informationen in standardisierte, synchron zu übertragende Formate der Datenverarbeitung. Hierbei erfolgt eine Überwachung der Übertragungskanäle und im Störungsfalle für Melde- und Befehlsrichtung eine Wiederholung der gestörten Informationen (Codesicherung). Empfangene Befehle werden von den Fernübertragungseinheiten an den zentralen Steuerrechner weitergereicht.

9. Datenfluß in den feldbezogenen Einrichtungen

35

Der nachfolgend beschriebene Datenfluß in einer feldbezogenen Einrichtung ist dargestellt in Figur 4. Die im Meldungskonztrator aus dem jeweiligen Neu-Alt-Vergleich der eingegangenen Meldungen erkannten neuen In-

1 formationen bzw. Meßwerte und die vom Prozeßmodul
kommenden internen Meldungen (Systemmeldungen) werden in
den der jeweiligen Informationsart zugeordneten Eingangs-
puffer eingeschrieben.

5 Der Meldungskonzentrator ist in der Lage, die Informa-
tionen aus 4 Prozeßmodulen parallel in Echtzeit zu
verarbeiten. Der Meldungskonzentrator ist hierbei in
einer 2-stufigen Hierarchie aufgebaut (Figur 5). In der
ersten Hierarchiestufe sind jeder LWL-Strecke
10 intelligente Vorprozessoren (Remote Unit for Peripheral
Interface = RUPI) zugeordnet. Diese Vorprozessoren
decodieren die eintreffenden Informationspakete bzgl.
ihres Informationsinhaltes:

15 Neu-Alt-Vergleich,
integrierende Schwellwertbildung.

Eventuell im Informationspaket enthaltene Sys-
temrückmeldungen werden als solche erkannt und von Meß-
20 werten und Meldungen getrennt. Die Systemrückmeldungen
beinhalten im wesentlichen Fehlermeldungen, welche von
Fehlern während einer Befehlsausgabe im Prozeßmodul
stammen. Von der ersten Hierarchiestufe werden somit bei-
spielsweise 3 Meldungstypen (sh. Figur 4) interrupt-
25 gesteuert, polling-gesteuert oder ähnlich, an die 2. Hie-
rarchiestufe weitergegeben. In der 2. Hierarchiestufe
wird die Umwandlung der physikalischen Klemmennummer des
Prozeßmoduls in die logische Informationsnummer des ge-
samten Informationssystems durchgeführt. Meßwerte werden
30 derart umgewandelt, daß die bis hier verwendete interne
Prozentdarstellung in den physikalischen Meßwert mit
Dimensionsangabe umgesetzt wird. Systemmeldungen erfor-
dern keine weitere Umwandlung. Die so gewonnenen Infor-
mationen werden in einen der drei Empfangspuffer der
35 2. Hierarchie-Stufe eingeschrieben. Dort werden bei-
spielsweise 4 Informationstypen unterschieden (Meßwerte
und Zählerstände, Meldungen, Systemmeldungen; sh.
Figur 4).

1 Im Prozeßmodul werden zyklisch alle Klemmen und Meßwertaufnehmer abgefragt. Zur wirksamen Unterdrückung
kurzzeitiger Störungen werden alle Meldungseingaben durch Firmware entprellt. Diese Entprellzeit ist beispielsweise
5 auf 6 ms eingestellt. Nach jeweils 6 ms werden die so entprellten Meldungseingänge innerhalb 350 Mikrosekunden an den nachgeschalteten Konzentrator weitergegeben. Diese Weitergabe erfolgt durch ein Informationspaket. Das Format dieses Informationspaketes wird in Abschnitt 20.1
10 ausführlich weiter unten beschrieben. In solche Informationspakete werden zyklisch nacheinander die 4 Meßwerte des Prozeßmoduls eingebettet. Jedes Bit einer Zählerstandsübertragung wird auf dieser Ebene wie ein normales Meldungsbit behandelt.

15

In der Befehlsrichtung werden die zu übertragenden Befehle vom Steuerrechner an das Befehlsübertragungsmodul weitergegeben. Das Befehlsübertragungsmodul ist Bestandteil des Meldungskonzentrators. Über Lichtwellenleiter werden die Befehle von den Befehlsübertragungsmodulen an das Prozeßmodul weitergegeben. Dort werden die Befehle vom Befehlausgeber empfangen, überprüft und bei Fehlerfreiheit auf die Endrelais ausgegeben.

25

10. Schutzalgorithmen der Befehlausgeber

Der Befehlausgeber ist ein Bestandteil des Prozeßmoduls. Er wird von der Befehlsübertragungseinheit über Lichtwellenleiter angesteuert. Die Befehlsübertragungseinheit ist Bestandteil des Meldungskonzentrators.
Nach Überprüfung der eingegangenen Befehle auf formale Übertragungstechnische Richtigkeit, erfolgt eine Überprüfung, ob dieser Befehl für den jeweiligen Befehlausgeber richtig zugeordnet ist.

Figur 6 zeigt den schaltungstechnischen Aufbau der in einer Befehlausgabeeinrichtung enthaltenen Schutzeinrichtungen. Soll eine Befehlausgabe erfolgen, so wird in einem ersten Schritt die Befehlausgabeeinheit selbst

1 überprüft. Hierzu wird der Widerstand der Spannungsver-
sorgungsschiene für die Befehlsausgabe über ein Ohm-Meter
gemessen. In diesem Zeitpunkt darf bei ungestörter Be-
fehlsausgabeeinrichtung kein Markierrelais angezogen
5 haben. Das Ergebnis der Widerstandsmessung muß "Leerlauf"
oder den Wert "unendlich" ergeben. In einem zweiten
Schritt wird die Spannungsversorgungsschiene der Befehls-
ausgabe künstlich kurzgeschlossen und somit der Wider-
stand "Null" erzeugt, der vom aufprüfenden Ohm-Meter er-
10 faßt werden muß. Damit ist die Funktion des Ohm-Meters
überprüft. In einem weiteren Schritt wird das dem
Steuerbefehl entsprechende Markierrelais gesetzt. Danach
werden vom Prozessor des Befehlsausgebers die dritten
Kontakte der Markierrelais abgefragt und damit festge-
15 stellt, welches Markierrelais tatsächlich angezogen hat.
Hieraus ergibt sich eine 1 aus n Kontrolle und die
Kontrolle, ob das erfaßte Markierrelais tatsächlich dem
auszugebenden Befehl entspricht. Der erzeugte Kurzschluß
auf der Spannungsversorgungsschiene der Befehlsausgabe
20 wird weggenommen und am Ohm-Meter der Schleifenwiderstand
der Befehlsausgabe einschließlich dem nun angeschalteten
Steuer-Endrelais gemessen. Im nächsten Schritt wird der
Kurzschluß wieder erzeugt um zu überprüfen, ob bei rich-
tig funktionierenden Ohm-Meter nach der Widerstandmes-
25 sung des Schleifenwiderstands der Wert "Null" noch rich-
tig erfaßt wird. Danach werden Ohm-Meter und Kurzschluß
weggeschaltet. Nach Abschluß dieser Überprüfungen ist
sichergestellt, daß

30 1. nur ein Befehlsausgabерelais angezogen hat und
2. der Schleifenwiderstand der Befehlsausga-
beschaltung einschließlich der in der Schaltanla-
ge befindlichen Steuerendrelais innerhalb der
vorgegebenen Toleranzen liegt.

35

Hierach erfolgt die Befehlsausgabe durch Durchschaltung
der Steuerspannung. Die eigentliche Befehlsausgabezeit
kann pro Befehlsausgeber für alle Befehlsausgabeleitungen
eingestellt werden. Da pro Schaltfeld 4 verschiedene Pro-

0192120

- 1 zeßmodule angeschlossen werden können, sind somit pro Schaltfeld 4 verschiedene Befehlausgabezeiten möglich. Die Befehlausgabezeit kann zwischen 100 ms und 20 s frei gewählt werden. Der Befehlausgeber verhindert das
- 5 zeitliche Überlappen zweier Befehle: Folgt ein zweiter Befehl, solange der erste noch ansteht, so wird der zweite verworfen.

10 11. Generalabfrage

Die Generalabfrage (GA) dient dazu, bei System-Neustart den Gesamtzustand einer Schaltanlage an eine entfernte Netzleitstelle zu übertragen. Außerdem kann eine

- 15 Generalabfrage über einen entsprechenden Befehl aus der entfernten Netzleitstelle angeregt werden, um z.B. bei System-Neustart in dieser Netzleitstelle den Schaltzustand einer Schaltanlage zu aktualisieren. Beide Ursachen für die Generalabfrage führen bei der hier beschriebenen
- 20 Fernwirkübertragungseinrichtung zu nahezu den gleichen Abläufen.

Bei einer Generalabfrage werden alle in der 1. Konzentrationsebene (Meldungskonzentrator) anstehenden Informationen unabhängig vom Augenblick ihres Entstehens der Meldungsvorverarbeitung übergeben. In der Meldungsvorverarbeitung sind in diesem Falle alle Bildungsalgorithmen zur Bildung von übergeordneten Meldungen außer Funktion. Alle Informationen werden im Falle der GA in die hierfür vorgesehenen Meldungspuffer eingetragen. Diese Meldungspuffer sind groß genug um alle hierbei anfallenden Meldungen zwischenzuspeichern. Nach Eintragung der gesammelten GA-Meldungen in die Meldungspuffer wird die Meldungsvorverarbeitung wieder frei für neu eintreffende Meldungen.

Der zentrale Steuerrechner übernimmt aus den Meldungspuffern die aus der GA anstehenden Meldungen, kennzeichnet sie als solche und übergibt sie den Fernübertragungseinheiten zur Übermittlung an die entfernten Netzleitstellen.

1 len. Bis hier führt die GA-Verarbeitung zu keiner
nennenswerten Belastung der Einzelkomponenten der Unter-
station. Die Fernübertragungseinheiten sind bei größeren
Schaltanlagen durch die Übertragung der großen der GA
5 entstammenden Informationsmenge für merkliche Zeit
blockiert. Diese Erscheinung ist bekannt. Das hier vorge-
stellte System zeichnet sich durch 2 Merkmale aus, die
dieser Blockierung der Übertragungswege entgegen wirken:

10 1. Da die Meldungsvorverarbeitung nach dem Eintragen
der zu übertragenden Meldungen in die Meldungs-
puffer bereits wieder frei ist, können neu
eintreffende Meldungen sofort erfaßt und
bearbeitet werden. Vorgesehen ist, daß beim Ein-
treffen bestimmter, frei zu klassifizierender
15 Meldungen die am Ausgang der Meldungsvorverarbei-
tung liegenden Meldungspuffer von GA-Meldungen
freizumachen, indem die Meldungsvorverarbeitung
den zentralen Steuerrechner auffordert, alle der
GA entstammenden Meldungen zu verwerfen und nur
noch aktuelle Meldungen zu übertragen. Als letzte
20 Meldung einer so unterbrochenen GA wird vom zen-
tralen Steuerrechner eine GA-Abbruchmeldung er-
zeugt und übertragen.

25 2. Da im Falle einer GA große Informationsmengen
über die Fernübertragungseinheiten geschickt wer-
den müssen, werden in der Meldungsvorverarbeitung
Übertragungsformate gebildet, die ein
30 Zusammenfassen aller Meldungen eines Schaltfeldes
erlauben. Hieraus ergibt sich für beispielsweise
64 Meldungen eines Schaltfeldes eine Übertra-
gungszeit von 3,8 s bei 200 Baud und 1,3 s bei
600 Baud und 0,6 s 1200 Baud.

35 Durch das unter dem vorstehenden Punkt 2 beschriebene
Verfahren wird erreicht, daß Informationen, wie unter dem
vorstehenden Punkt 1 beschrieben, spätestens nach der
Übertragungsdauer für die Informationen eines Schalt-

0192120

1 feldes zur Übertragung gelangen.

Diese Abläufe gelten bei Systemstart und bei aus der Ferne angeregter GA in gleicher Weise. Auch eine von der Bediengerät angeregte GA wird wie eine GA aus der Ferne

5 bearbeitet.

Wird das System aus dem Stillstand hochgefahren, so sind weder in den einzelnen Schaltfeldern zugeordneten Mel-dungskonzentratoren Alt-Neuvergleiche möglich, noch ist in der Netzleitstelle ein aktuelles Abbild der Schaltan-
10 lage verfügbar. Dieses Hochfahren dauert für das Gesamtsystem etwa 30 s. Während dieser Zeit auftretende Meldungen können nicht erfaßt werden. Nach diesen 30 s ist das System im eingeschwungenen Zustand und initiert eine System-GA, die sich in ihrer Form nicht von einer
15 aus der Ferne angeregten GA unterscheidet. So ist sicher-gestellt, daß der aktuelle Zustand der Schaltanlage bereitgestellt wird.

Während des Normalbetriebs kann dem Informationsfluß eine langsame GA unterlagert werden. Die hierbei übertragenen
20 Informationen sind durch ihren Informationstyp, als einer unterlagerten GA entstammend, erkennbar.

12. Prioritäten, Systemmeldungen

25

Das dargestellte Ausführungsbeispiel sieht neben den Mel-dungsarten (sh. Abschn. 19.2)

30

Echtzeitmeldungen,
logisch verknüpfte Meldungen,
Systemmeldungen,
Schaltermeldungen,
Meßwerte und
Zählwerten

35

drei parametrierbare Prioritätsebenen vor
(sh. Abschn. 6). Diesen Prioritätsebenen können zusätz-lische Meldungen, d.h. neue Meldungen oder auch einzelne Meldungen und Informationen aus den vorstehend genannten

0192120

1 Meldungsarten zugeordnet werden.
 Die Grundeinstellung des Systems ordnet Systemmeldungen die höchste Prioritätsstufe zu. Unter Systemmeldungen fallen solche Informationen, die Aufschluß über den Zustand des gesamten Informationssystems geben. Als Beispiele seien hier angeführt: Kanalfehler, Befehlsausgabefehler, system-interne Statusmeldungen.

10 13. Logisch verknüpfte Meldungen

Zur Bildung logisch verknüpfter Meldungen werden Einzelmeldungen z.B. 100 ms verzögert. Logisch verknüpfte Meldungen können deshalb nicht mit Echtzeit versehen werden.

15 Die zu logisch verknüpften Meldungen gehörenden Einzelmeldungen jedoch sind bei Bedarf als Echtzeitmeldungen im System verfügbar (sh. Abschnitt 14: Zeitstempel).
 In der bisher bekannten Fernwirktechnik werden alle Informationen 1 : 1, d.h. also Einzelinformation für Einzelinformation vom Umspannwerk zur entfernten Netzleitstelle übertragen. Dort wird aufgrund der Kenntnisse des Netzes bzw. der Anlagen im Umspannwerk erkannt, aufgrund welchen Vorganges bestimmte Meldungen abgesetzt wurden.
 Für bestimmte Meldungskombinationen z.B.

25

Stufenzeit 2
 Schutzauslösung
 Leistungsschalter AUS

30 läßt sich eine Meldung generieren mit der Aussage: "Feld wurde durch Schutz nach Stufenzeit 2 abgeschaltet". Es kommt dann nur eine solche verknüpfte Meldung zur Übertragung, wobei das System es zuläßt, danach für eine spätere Störungsaufklärung zeitunkritisch z.B. die Einzelmeldungen mit der hinzugefügten Echtzeit (also Zeitpunkt ihres tatsächlichen Auftretens) zu übertragen. Diese Meldungen sind dann als solche gekennzeichnet. Ein weiteres Beispiel ist eine Meldung, welche bei Vorhandensein eines auf sämtliche Leistungsschalter

1 wirkenden Sammelschienenschutzes generiert wird, mit **Ode92120**
 Aussage "alle genannten Felder durch Sammelschienenschutz
 abgeschaltet". Die Einzelmeldungen der Leistungsschalter
 sind dann nicht unter zeit-kritischen Bedingungen zu
 5 Übertragen, sondern werden zur späteren Störungsanalyse
 mit der Echtzeit zu einem geeigneten Zeitpunkt übermit-
 telt.

Als letztes Beispiel sei der Ablauf einer
 Kurzunterbrechung angeführt. Die Übertragung der Infor-
 10 mation "erfolgreiche" oder "erfolglose" Kurzunterbrechung
 ist durch eine übergeordnete Meldung hinreichend
 beschrieben. In diesem Falle sind die nachstehend aufge-
 führten Einzelmeldungen zu erwarten:

15 Schutzauslösung
 Leistungsschalter EIN gehen
 Leistungsschalter AUS kommen
 KU-Automatik
 Leistungsschalter AUS gehen
 20 Leistungsschalter EIN kommen
 Schutzauslösung
 Leistungsschalter EIN gehen
 Leistungsschalter AUS kommen
 KU sperrt.

25 Das bedeutet bei einer Übertragungsgeschwindigkeit von
 nur 200 Baud und Einzelübertragung jeder Meldung eine
 Übertragungszeit von 3,7 s. Faßt man diese Meldungen in
 einem Meldungspaket zusammen ergibt sich eine Übertra-
 30 gungszeit von 0,87 s. Zusammengefaßt als logisch ver-
 knüpfte Sammelmeldung muß nur die Dauer einer einzigen
 Meldung nämlich 0,37 s angesetzt werden. Die entspre-
 chenden Zeiten bei einer Übertragungsgeschwindigkeit von
 600 Baud wären: 1,2 s (Einzelmeldung), 0,29 s (mehrere
 35 Meldungen in 1 Telegramm), 0,12 s (logisch verknüpfte
 Meldung). Vorgeschlagen werden pro Schaltfeld 8 derartig
 vom Anwender programmierbare, logisch verknüpfte Meldun-
 gen. Zusätzlich für die gesamte Schaltanlage 5 derartige
 logische Verknüpfungen.

1 Neben diesen vom Benutzer parametrierbaren logisch ver-
knüpften Meldungen ist vom System bereits vorgesehen,
erfolgreiche Bewegungen von Schaltgeräten von AUS nach
EIN oder von EIN nach AUS als solche logisch verknüpfte
5 Einzelmeldung zu übertragen. Da aber zunächst nicht
generell angenommen werden kann, daß jeder Anwender eine
derartige Zusammenfassung wünscht, wird in den nachfol-
genden Abschnitten bei allen Zeitbetrachtungen der Über-
tragung von einer 2-poligen, d.h. also doppelten Übertra-
10 gung von Schaltgeräteänderungen ausgegangen.

14. Meldungen mit Zeitpunkt ihres Auftretens
(Echtzeitmeldungen).

15 Das System unterscheidet vorteilhaft 3 Arten von Meldun-
gen:

1. Meldungen, die bei ihrem Auftreten schnellst-
20 möglichst zu übertragen sind.
2. Meldungen, deren Zeitpunkt ihres Auftreten
möglichst genau zu erfassen ist und die zeit-
unkritisch zu übertragen sind.
3. Meldungen, die bei ihrem Auftreten schnellst-
25 möglichst zu übertragen sind. Der Zeitpunkt ihres
Auftretens ist zusätzlich möglichst genau zu
erfassen und kann dann in einer zweiten Meldung
zeit-unkritisch übertragen werden.

30 Die an den Meldungskonzentratoren anstehenden Meldungen
können vom Anwender parametrierbar beliebig einer dieser
3 Meldungskategorien zugeordnet werden.

Da logische Meldungen aus mehreren Einzelmeldungen zusam-
35 mengesetzt sind, kann an diesen auch wegen der vom System
grundsätzlich vorgesehenen Verzögerungszeit von
mindestens 100 ms der Augenblick des Auftretens nicht
mehr nachgebildet werden, so daß für logisch verknüpfte
Meldungen eine Echtzeittdarstellung nicht vorgesehen ist

1 sondern diese sich auf die Einzelmeldungen beschränken
muß (siehe Abschnitt 13).

Im Meldungskonzentator wird jeder Meldung, auch wenn sie
5 nur systemintern verarbeitet wird, ein sogenannter
Zeitstempel aufgeprägt. Dieser Zeitstempel erlaubt eine
Darstellung mit einer Auflösung von ca. 1 ms. Die dem
Benutzer eröffnete Möglichkeit, Meldungen mit Echtzeit zu
übertragen, bezieht sich nun auf die Verwendung, oder das
10 Verwerfen dieses systemintern immer vorhandenen
Zeitstempels. Bedingt durch den Entprellmechanismus in
den Prozeßmodulen (6 ms Entprellzeit) und den
Bearbeitungszeiten in den Meldungskonzentratoren beträgt
die mittlere Genauigkeit in der Echtzeitdarstellung
15 3 + 3 ms bezogen auf den absoluten Zeitpunkt des
Auftretens einer Informationsänderung an der physika-
lischen Klemme des Prozeßmoduls.

20 15. Meßwerte

Meßwerte sind pro Schaltfeld beispielsweise 4 auftretende
Analogwerte (Strom, Spannung, Wirkleistung,
Blindleistung).
25 Diese Analogwerte können dem System als Gleichstromwerte
angeboten werden, wobei dieser Gleichstromwert eine
Prozentzahl des Maximalwertes darstellt. Hierbei sind po-
sitive und negative Stromrichtungen zulässig und auch
vorgesehen. Als weitere Eingabemöglichkeit übernimmt das
30 System Meßwerte (die z.B. in einem vorgeschalteten Meß-
wertgeber bereits in Digitalwerte umgeformt wurden)
digital über einen sequentiellen Kanal. In den, den
einzelnen Schaltfeldern zugeordneten Meldungskonzen-
toren sind die den Meßwerten zugeordneten Anpassungsken-
35 nlinien hinterlegt. Aufgrund der bei der Systeminitiali-
sierung einzurichtenden Anpassungslisten (Umsetztabellen)
werden die Meßwerte in den Meldungskonzentratoren von den
eingangsseitigen Prozentwerten in ihre tatsächlichen phy-
sikalischen Werte umgewandelt und, versehen mit ihrer

1 physikalischen Dimension, für die weitere Übertragung
 bereitgestellt. Um Meßwerte nicht zyklisch übertragen zu
 müssen, wird über ein integrierendes Schwellwertverfahren
 jeder Meßwert überprüft und bei Erreichen der Übertra-
 5 gungskriterien in den 2. Empfangspuffer eingeschrieben
 und damit zur Übertragung vorbereitet.

Nach Wunsch des Anwenders kann mit Hilfe eines langsamem,
 dem Gesamtsystem unterlagerten Meßwertzyklusses sicherge-
 stellt werden, daß jeder Meßwert mindestens 1 mal inner-
 10 halb eines im z.B. Minutenbereich liegenden Zeitraumes
 zur Übertragung kommt.

Das für die Übertragung angewandte physikalische System
 beginnt bei den Grundgrößen 1 V (1,000 mal 10^0 V), 1 A
 (1,000 mal 10^0 A), 1 W (1,000 mal 10^0 W) und 1 VAR
 15 (1,000 mal 10^0 VAR) und endet bei 10^{15} . Die Zahlendar-
 stellung ist gekennzeichnet durch 1 signifikante Stelle
 vor dem Komma und 3 gültigen Stellen hinter dem Komma.
 Die entsprechende Skalierung auf den tatsächlichen
 Zahlenwert erfolgt durch den Zehnerexponenten. Hierbei
 20 werden für die Wirk- und Blindleistung grundsätzlich zwei
 gleich große positive und negative Darstellungsbereiche
 übertragen. Die physikalische Dimension wird mitübertra-
 gen.

25

16. Zählerstände

Jedes Einzelbit eines Zählerstands-Coders wird vom Pro-
 zeßmodul als Einzelinformation aufgenommen und dem
 30 nachgeschalteten Meldungskonzentrator übergeben.
 Bei der Initialisierung des Systems werden im Meldungs-
 konzentrator die für die Zählerstandsübertragung
 relevanten Klemmen festgelegt. Hierdurch wird sicherge-
 stellt, daß je nach Betriebsart bei einer
 35 Zählerstandsabfrage, oder bei einer spontanen Übertragung
 des Zählerstandes, alle zugehörigen Bits zur Übertragung
 gelangen.

1 Eine Zählerstandsübertragung kann z.B. auf dreierlei Weisen initiiert werden:

- durch Abfragebefehl aus der Ferne
- 5 - durch Änderung des Zählerstandes selbst
- zeitgesteuert in der Unterstation (z.B. DCF-77)

Optional kann jeder Zählerstandsübertragung die Echtzeit der Abfrage zugefügt werden. Bei einer 10 Zählerstandsabfrage aus der Ferne werden die unter Abschnitt 11 angeführten Kriterien für die Gesamtzahl aller oder eine bestimmbarer Auswahl von Zählerständen angewandt (Abbruchkriterium).

15

17. Fehlermeldungen

Unter den hier aufzuführenden Fehlermeldungen sind Meldungen des Informationserfassungs- und Übertragungssystems zu verstehen, da Fehler- und Störungsmeldungen der Hochspannungsanlage nicht als besonders zu behandelnde Informationen angesehen werden. Fehlermeldungen gehören zum Gesamtkomplex der Systemmeldungen und informieren die Einrichtungen in der Ferne 25 über Betriebsstörungen des Informationserfassungs- und Übertragungssystems sowie der Befehlsausgabe.

Beispielhaft sei hier aufgeführt:

- a) Meldekanalausfall (Nummer des Prozeßmoduls, Feldnummer, Umspannwerksnummer)
- 30 b) Kanalausfall Befehlsrichtung (Prozeßmodul, Feldnummer, Umspannwerksnummer)
- 35 c) nicht erkannter Befehl (Impulsfehler)
Abweichend von der bisher erkannten Impulsfehler-Auswertung wird im hier vorgestellten System über feste Zeitspannen die Kanalgüte in Befehlsrichtung ermittelt und übertragen (siehe Abschnitt

1 29: Bestimmung der Kanalgüte in Befehlsrichtung).

5 d) Befehlausgabefehler (Stromschleife, Fehler im
Bereich der Markierungsrelais, nicht generierter
Befehl).
5 e) systeminterner Fehlerstatus

10 18. Übertragungszeiten

Nachstehend werden Übertragungszeiten für Übertragungsgeschwindigkeiten zwischen 200 und 1.200 Bit/s angegeben.
Dabei wird davon ausgegangen, daß bei grossen Umspannwerken (>20 Schaltfelder) die dort vorhandenen fernmelde-technischen Einrichtungen Übertragungsgeschwindigkeiten von 1.200 Baud zulassen, während die Informationen aus kleinen Umspannwerken (<5 Schaltfelder) mit Rücksicht auf mögliche Engpässe bei der Übertragungstechnik mit 200 Baud ausreichend schnell übertragen werden können (sh. hierzu Figur 8).

Die im System auftretenden Übertragungszeiten basieren im wesentlichen auf den Übertragungsprotokollen, welche auf 25 den jeweiligen Übertragungsabschnitten eingesetzt werden. Rechnerinterne Bearbeitungszeiten werden nicht berücksichtigt. Sie liegen im Mikrosekundenbereich und haben somit keinen nennenswerten Anteil an der Gesamtübertragungszeit. Das auf den Übertragungsabschnitten zwischen den fernwirktechnischen Einrichtungen im Umspannwerk und der dazugehörigen Netzleitstelle eingesetzte Übertragungsformat basiert auf der synchronen HDLC-Übertragung. Jede andere synchrone oder asynchrone Bit-Übertragungsart ist ebenfalls möglich. Die folgenden 30 Ausführungen lehnen sich beispielhaft an die HDLC-Spezifikation an. Die zwischen zwei Synchronzeichen (Flag) eingebettete Nutzinformation besteht für eine Einzelmeldung aus 59 Bit, welche für die Codierung der Schaltfeldnummer, dem Typ des Informationspaketes (Informa-

1 tionsart), der Umspannwerknummer, der Spannungsebene und
einer internen NummerierungsvARIABLEN herangezogen werden
(sh. Figur 7). Die eigentliche Meldungsinformation ist
mit 11 Bit codiert (Einzelmeldung). D.h. bei 200 Baud
5 Übertragungsgeschwindigkeit werden für die Übertragung
einer Meldung 0,37 Sekunden benötigt. Die Architektur der
Informationspakete ist derart aufgebaut, daß bis zu
64 Meldungen innerhalb eines Informationspaketes einge-
bettet werden können. Die für ein solches Informationspa-
10 ket benötigte Übertragungszeit beträgt dann 3,8 Sekunden
bei 200 Baud. Meldungen eines Schaltfeldes können so in-
nerhalb eines Informationspaketes zusammengefaßt werden.
Für die unterschiedlichen Übertragungsgeschwindigkeiten
wie 200 Baud, 600 Baud und 1.200 Baud sind die für die
15 jeweils eingebetteten Meldungen die dafür benötigten
Übertragungszeiten in Figur 8 dargestellt. Fallen z.B.
aus vier Schaltfeldern je 15 Meldungen an (Großstörung),
so werden hierbei für die Übertragung dieser 60 Meldungen
bei 200 Baud 4,5 Sekunden, bei 600 Baud 1,5 Sekunden und
20 bei 1.200 Baud 0,7 Sekunden Übertragungszeit benötigt.

19. Übertragungsformate

25 19.1 Interne Lichtwellenleiter-Schnittstelle

Das auf der internen Schnittstelle eingesetzte Übertra-
gungsformat basiert auf den bekannten SDLC-Übertragungs-
protokollen. Als interne Schnittstelle ist hierbei die
30 Lichtwellenleiterverbindung zwischen dem Meldungskonzen-
trator und dem Prozeßmodul zu verstehen. Die SDLC-Über-
tragungsprotokolle beinhalten eine synchrone Byte-Über-
tragung. Das Information-Field besteht bei der
Melderichtung aus 4 Byte einpoligen Meldungen (welche
35 jeweils paarweise für Schaltgerätestellungsmeldungen
zusammengefaßt werden können oder zur Übertragung der
Zählerstände nutzbar sind), 3 Byte für die Übertragung
von jeweils einem von vier dem Feld zugeordneten Meßwer-
ten und 3 Byte für Systemmeldungen vom Prozeßmodul

1 (interne Schnittstellensignalisierung). Die Länge eines
Übertragungspaketes in Melderichtung auf der internen
Schnittstelle ergibt sich hiermit zu 10 Byte.
Einschließlich der notwendigen SDLC-Formatinformationen
5 von 4 Byte ergibt sich eine Gesamtpaketlänge von 14 Byte
(112 Bit). Bei der vorliegenden Ausführungsform, die in
diesem Bereich eine Übertragungsgeschwindigkeit von
375 kBit/s hat, ergibt sich eine Übertragungszeit von
299 Mikrosekunden (sh. Figur 9). In Befehlsrichtung be-
10 steht das Information-Field des SDLC-Übertragungspaketes
aus einer logischen Paketnummer (1 Byte), dem Befehlstyp
dieses Informationspaketes (1 Byte) und dem eigentlichen
Befehl (1 Byte; sh. Figur 10). Dies bedeutet eine
Gesamtpaketlänge einschließlich der notwendigen SDLC-
15 Formatinformationen von 7 Byte (56 Bit), was zu einer
Übertragungszeit von 149 Mikrosekunden führt.
In Befehlsrichtung wird von dem Befehlsübertragungsmodul
innerhalb des Meldungskonzentrators jeder Befehl zweimal
in Richtung Prozeßmodul über die LWL-Strecke gesendet.
20 Beim Empfänger wird eine 2-aus-2-Kontrolle durchgeführt.
Dies bedeutet, daß ein Befehl als solcher nur dann
akzeptiert wird, wenn 2 sequentiell empfangene Informa-
tionspakete ein und denselben Befehl darstellen. Zur
Sicherung dieser beiden sequentiellen Informationspakete
25 wird eine Zeitüberwachung durchgeführt. Trifft nicht in-
nerhalb 100 ms das zweite Informationspaket im Prozeßmo-
dul ein, so wird das zuerst empfangene Informationspaket
verworfen. Damit wird sichergestellt, daß nicht nach
längerer Zeit aus mehreren Bruchstücken von Befehlen ein
30 neuer Befehl entsteht.

19.2 Fernübertragungsstrecke

Das HDLC-Protokoll wurde dahingehend modifiziert, daß
35 kein Adress- und Control-Field-Teil verwendet wird. Der
Aufbau eines Informationspaketes auf der
Fernübertragungsstrecke ist in Figur 7 und Figur 11
dargestellt. Das Information-Field besteht aus einer
Forward-Sequence-Number, der Umspannwerknummer UW, Infor-

1 mationsart des Information-Fields, der Schaltfeldnummer,
der Spannungsebene sowie einem variablen Block, in wel-
chem die Meldungsnummern oder Befehle (eine oder mehrere)
eingebettet sind. Einschließlich den Signalisierungsflags
5 zu Beginn und zum Ende eines Informationspaketes und
ausschließlich variablem Block für das Information-Field
besteht damit ein Informationspaket aus 52 - 73 Bit. Für
z.B. jede Meldungsnummer einer Einzelmeldung muß diese
Anzahl um 5 - 15 Bit erhöht werden. Man kann beispielhaft
7 folgende Informationsarten unterscheiden:

	Informationsart	Bevorzugte Bereiche von
		Inf.-Field-Längen (Bit)
15		
	- Einzelmeldungen (Meldungsnummern)	5 - 15
	- Einzelmeldung mit Uhrzeit	35 - 50
20	- Meßwerte	10 - 25
	- Zählerstände mit Uhrzeit	50 - 90
	- systeminterne Quittierungsmeldungen für die Fernübertragungsstrecke	5 - 15
	- Befehlsempfangsmeldung	5 - 15
25	- systeminterne Fehlermeldungen	5 - 15
	- logisch verknüpfte Meldungen (generiert durch die Meldungsvorverarbeitung)	5 - 15
	- Generalabfrage (abbruchbar) Je Schaltfeld beispielsweise 64 Meldungen	
30	zu je 5 - 15 Bit	im Mittel ca. 700
	- unterlagerte Generalabfrage	5 - 15
	- GA-Abbruchmeldung	5 - 15
	- Sollwertvorgabe	30 - 65
35	- Betriebsmeldungen (Klartext).	20 - 80
	- Befehle	5 - 15
	- Systembefehle (anwenderbezogen)	5 - 15
	- systeminterne Befehle	5 - 15

1	- klassifizierte Meßwerte	pro Schaltfeld	5 - 15
	(sh. Abschnitt 30)		
	- Trafo-Stufenstellungen		5 - 15

5

20. Gesicherte Informationsübertragung

20.1 Interne Lichtwellenleiter-Schnittstelle

10 Auf der internen Schnittstelle werden sowohl in Befehlsrichtung wie in Melderichtung SDLC-Protokolle eingesetzt. Andere Bit-Übertragungsprozeduren (asynchron, synchron) können ebenfalls eingesetzt werden. Diese SDLC-Protokolle werden auf Übertragungstechnischer Seite durch 16 Prüfbit
 15 je Informationspaket gesichert. Diese 16 Bit Codesicherung werden durch ein Generatorpolynom
 16. Grades ermittelt. Dieses Polynom ist der Klasse der Abramson-Code zuzuordnen. Abramson-Code besitzen den Vorteil, daß sie gegenüber den Codesicherungsverfahren mit
 20 Generatrpolyomen eines bestimmten Grades K und der Eigenschaft "primitiv" eine höhere Haming-Distanz besitzen. Das hier eingesetzte Generatorpolynom
 16. Grades besitzt die Haming-Distanz $h = 4$. Durch Verwendung intelligenter Schnittstellencontroller ist es
 25 in dem hier vorgestelltem System möglich, bei Bedarf andere Generatorpolynome einzusetzen (z.B. Firecode, Bose-Chauduri-Code). Die Flexibilität des Systems erlaubt es, an dieser Stelle mit einer Erweiterung weniger Bits
 (<5) Haming-Distanzen >10 zu realisieren. Durch den
 30 Einsatz der eingeschränkten Codewortlänge ist gewährleistet, daß durch einen eventuellen Versatz von einem Bit bei dieser Art von SDLC-Übertragungen mit Codesicherung kein neues Codewort entstehen kann (siehe hierzu "Codes für Fehlererkennung und Fehlerrichtigung",
 35 Professor Dr. Tech. Swoboda, GH Siegen, Oldenbourgverlag, München Wien, 1973 ISBN 3-486-39317-5). Zusätzlich zu den Codesicherungsverfahren werden die in Befehlsrichtung ausgesendeten Informationspakete mit einer logischen Paketnummer versehen (siehe Abschnitt 19). Dieser Vorgang

0192120

1 entspricht im wesentlichen der bekannten Forward-Sequence-Number.

In jedem Informationspaket der Melderichtung ist eine Rückantwort für die Befehlsrichtung enthalten. Sie beinhaltet die logische Paketnummer der Befehlsrichtung sowie eine Aussage über den durchgeführten Befehl bzw. erkannten Fehler durch das Prozeßmodul. Die Befehlsübertragungseinheit erhält somit die Kenntnis, welcher Befehl vom Befehlausgeber ohne Übertragungstechnische Fehler empfangen wurde und ob dieser Befehl ausgeführt oder abgebrochen wurde, weil einer der Schutzalgorithmen der Befehlsausgabe angesprochen hat (siehe Abschnitt 10).

15 20.2 Fernübertragungsstrecke

Auf der Fernübertragungsstrecke wird ein auf HDLC-Spezifikationen basierendes Übertragungsprotokoll eingesetzt.

20 Bezuglich der Codesicherungsverfahren auf der Übertragungstechnischen Seite werden dieselben Sicherungsalgorithmen, wie bereits unter Abschnitt 20.1 beschrieben, eingesetzt. Dies bedeutet, daß auch auf der Fernübertragungsstrecke eine Haming-Distanz mit $h = 4$ realisiert ist. Eine Erweiterung auf größere Haming-Distanzen ist vorgesehen und möglich. Jedes Information-Field beinhaltet, wie bereits in Abschnitt 19 aufgeführt, die sogenannte Forward-Sequence-Number. Mit Hilfe dieser Durchnumerierung in Vorwärtsrichtung und der Unterscheidung in Nutzpakete und Kanalbestätigungspakete wird ein Sicherungsalgorithmus realisiert, welcher dem von CCITT No. 7 ähnelt (Die Fernübertragungseinheit entspricht weitgehend Level 2 von CCITT No. 7). Meldungen des zentralen Steuerrechners werden an die Fernübertragungseinheit übergeben. Dies ist ein eigenständiges Modul, welches nach Erhalt der Meldungen vom zentralen Steuerrechner diese eigenständig weiterbearbeitet. Das in dem hier vorgestellten System eingesetzte Wiederholverfahren ähnelt dem bei CCITT No. 7

1 definierten PCR-Verfahren. Meldungen des zentralen
Steuerrechners, weitergegeben an die Fernübertragungsein-
heit, werden von dieser auf die Übertragungsstrecke
ausgegeben. Gleichzeitig erfolgt ein Eintrag in einen
5 Wiederholpuffer (sh. Figur 12). Die einzelnen Informa-
tionspakete werden zyklisch durchnumeriert. Beispielswei-
se können 256 Pakete in sequentieller Reihenfolge
durchnumeriert werden. Jedes Paket, welches von der Fern-
Übertragungseinheit an die Netzleitstelle ausgesendet
10 wurde, wird von dieser bei ordnungsgemäßem Empfang mit
Hilfe von Bestätigungstelegrammen in der Befehlsrichtung
quittiert. Wurde ein Informationspaket nicht
ordnungsgemäß empfangen, so sendet die Netzleitstelle
kein Bestätigungspaket zurück. Da jeder Netzleitstelle
15 eine Fernübertragungsstrecke und damit eine ganz
bestimmte Fernübertragungseinheit zugeordnet ist, können
Konfliktfälle für diesen Fall nicht auftreten. Liegen
keine weiteren Meldungen vom zentralen Steuerrechner an,
so werden die noch im Wiederholpuffer anstehenden Meldun-
20 gen durch die Fernübertragungseinheit erneut in
Melderichtung ausgesendet und sind als Wiederholmeldungen
gekennzeichnet. Ein Herausnehmen aus dem Wiederholpuffer
erfolgt immer dann, wenn mit Hilfe der Befehlsrichtung
von der Netzleitstelle die entsprechende Nummer des
25 zuletzt fehlerfrei empfangenen Informationspaketes
bestätigt wurde.
Damit ist sichergestellt, daß der Wiederholpuffer auf dem
schnellsten Wege geleert werden kann und es nicht
unnötigerweise zu Wiederholungen kommt. Außerdem wird
30 erreicht, daß bei Ausfall einer Richtung ein
funktionsgerechtes Arbeiten der anderen Richtung nicht
beeinträchtigt wird. Mit vertretbarem Aufwand läßt sich
fast jede beliebige Größe des Wiederholpuffers realisie-
ren. Vorteilhaft werden maximal ca. 200 Meldungen im
35 Wiederholpuffer zwischengespeichert.

Kommt es zu einem Überlauf im Meldungswiederholpuffer, so
werden alle dort stehenden Meldungen gelöscht, da ab
diesem Zeitpunkt der logische Zusammenhang zwischen

- 1 Kommen und Gehen von Meldungen nicht mehr gewährleistet ist. Alle ab diesem Zeitpunkt in die Ferne übertragenen Meldungen sind mit einer Meldungspufferüberlaufkennung versehen. Die Zählung der Forward-Sequence-Nummern
- 5 beginnt erneut bei 0 modulo 256. Nach Überschreiten dieser Nummer bzw. nach erneutem Überlauf wird der Meldungspuffer wieder geleert und die Zählung beginnt erneut bei Forward-Sequence-Nummer 0. Sobald der Befehlskanal für Quittierungszwecke wieder zur Verfügung steht, wird über einen Rückstellbefehl die Überlaufkennzeichnung weggenommen und der normale Übertragungsalgorithmus beginnt.
Der Zustand der Schaltanlage nach einem derartigen Überlauf wird durch eine aus der Ferne initiierte GA
- 15 abgefragt.

21. Erweiterung der Prozeßmodule für extrem hohe Echtzeitauflösung

- 20 Für extrem hohe Echtzeitauflösung kann es notwendig sein, das Hinzufügen der Echtzeitinformation an die eigentliche Änderungsmeldung bereits im Prozeßmodul durchzuführen. Hierzu wird in jedem Meldungsaufnehmer eine
- 25 hochauflösende (DCF-77-) gesteuerte Echtzeituhr eingesetzt. Die im Prozeßmodul eingesetzte Echtzeitreferenz wird aus wirtschaftlichen Erwägungen von einem DCF-77-Normalzeitempfänger im zentralen Erfassungssystem geführt. Diese Führung wird mit Hilfe der Befehlsrichtung,
- 30 d.h. des LWL-Kanals von den Befehlsübertragungsmodulen der Meldungskonzentratoren zu den Befehlausgebermodulen der Prozeßmodule durchgeführt. Durch einen speziellen Hardwarezusatz wird ein Zeit-Synchronisiersignal (konfliktfrei zu der normalen Befehlsübertragung) auf den
- 35 LWL-Kanal am Befehlsübertragungsmodul eingespeist. Eine spezielle Hardware des Prozeßmoduls entnimmt dieses Zeit-Synchronisiersignal direkt aus dem LWL-Kanal und steuert die in ihm eingesetzte Echtzeituhr. Die im Prozeßmodul eingesetzte Uhr benötigt somit nur eine hohe Kurzzeitsta-

1 bilität und keine hohe Langzeitsstabilität. Die mit einer
Kurzzeitstabilität von 10⁻⁶ gesteuerte Echtzeituhr im
Meldungsaufnehmer wird periodisch jede Minute derart syn-
chronisiert. Sollte zu diesem Zeitpunkt soeben ein Befehl
5 von dem BefehlsÜbertragungsmodul an den Befehlsausgeber
des Prozeßmoduls übertragen werden, so verhindert eine
spezielle Verriegelungslogik des BefehlsÜbertragungs-
moduls ein Aussenden dieses Synchronisierzeichens. Dies
hat zur Folge, daß das nächste Synchronisiersignal erst
10 nach z.B. 2 Minuten erneut im Prozeßmodul eintreffen
wird. Bezogen auf die Kurzzeitstabilität von 10⁻⁶ der im
Prozeßmodul eingesetzten Echtzeituhr, ist der Ausfall
eines oder sogar mehrerer Synchronisierzeichen ohne Be-
deutung. Beim Eintreffen des nächsten Synchronzeichens
15 wird automatisch die vollständige Synchronität erreicht.
Mit dieser Maßnahme läßt sich eine Echtzeitauflösung der
Informationsänderungen <100 Mikrosekunden erreichen.

20 22. Systemkonfigurierung

22.1 Logische Systemebene

Während der Systemanalyse vor der Projektierungsphase
25 werden zwischen Anwender und Hersteller Werte für die
Grundeinstellung des Systems (Default-Werte) vereinbart.
Mit diesen Grundeinstellungen erfolgt die Inbetriebnahme
des Systems.

Wenn sich aufgrund von Erweiterungen oder Umbauten
30 Änderungen des Systems ergeben, so können über das am
zentralen Steuerrechner anschließbare Bediengerät diese
Grundeinstellungswerte geändert werden. Hierbei erfolgt
über die Bedienkonsole eine interaktive Menuesteuerung.
Es ist vorgesehen, daß die Parametrierung der nachstehend
35 aufgelisteten Funktionen durch einen Password-Schutz in
verschiedenen Berechtigungsebenen gesteuert wird. Diese
Ebenen sind hierarchisch gegliedert. Jede niedrigere Ebene
kann nur eine Untermenge der Möglichkeiten der direkt
höheren Ebene beeinflussen.

0192120

1
22.2 Systemausbau

Auf der hardware-nahen Ebene sind parametrierbar und
5 nachfolgend beispielhaft aufgeführt:

1. Festlegung des Systemausbaus in der Peripherie
bzw. Bedienungsebene, wie z.B. Drucker,
Externspeicher, Anzeigen vor Ort, Anzahl der pro
10 Meldungskonztrator angeschlossenen Prozeßmo-
dulen, Anzahl der aktiven Fernübertragungseinhei-
ten
- 15 2. Einstellung der Übertragungsgeschwindigkeiten für
die einzelnen Fernübertragungseinheiten
- 20 3. Festlegung der Art und der Bedingungen für die
Übertragung von systeminternen Meldungen in die
Ferne.
- 25 4. Zuordnung der physikalischen Einheiten zu den
einzelnen Meßwerten der verschiedenen Prozeßmo-
dule.
- 30 5. Eine Anpassung an bestehende Netzteile, welche für
ein altes Telegrammformat eingerichtet sind geschieht
derart, daß die Fernübertragungseinheiten die
Fernwirktelegramme so nachbilden, daß sie von der
nachgeschalteten Netzteile verstanden werden. Die in
den Meldungskonztratoren der Meldungsvorverarbeitung
und dem zentralen Steuerrechner eingesetzte Firmware
unterstützt in diesem Fall nur die in den alten
FW-Systemen eingesetzten Möglichkeiten (sh. Abschnitt 29:
Doppelrechner).

1 1 Empfänger für die amtliche Zeit (DCF-77) **0192120**
1 1 Bediengerät
1 1 Drucker
1 1 Externspeicher und
5 1 Einheit zur Ansteuerung örtlicher Anzeigen.

Außerdem sind am zentralen Steuerrechner z.B. bis zu
4 Fernübertragungseinheiten anschließbar.

10

24. Verwaltung der Schaltberechtigungen

Vom System sind verschiedene hierarchisch strukturierte Schaltberechtigungen vorgesehen. Grundsätzlich wird davon 15 ausgegangen, daß zu einem Zeitpunkt jeweils nur eine Netzleitstelle als hauptschaltberechtigte Steuerstelle aktiv sein kann. Darüber hinaus können bis zu 3 weitere Netzleitstellen gewisse ausgewählte Schaltfelder oder ausgewählte Betriebsmittel fernsteuern. Aus betrieblichen 20 Gründen kann es erforderlich sein, daß 2 Netzleitstellen die gesamte Schaltanlage fernsteuern können. Um hier Konfliktfälle in der Steuerung zu vermeiden, sieht das System einen Algorithmus vor, mittels dessen diese Haupt-Schaltberechtigung von der einen auf die andere, dann be- 25 vorrechtigte) Netzleitstelle umgeschaltet werden kann. Die Übernahme der Hauptschaltberechtigung kann auf zweierlei Arten erfolgen:

- Übergabe der Hauptschaltberechtigung im ungestörten Be-
30 triebszustand
- Übergabe der Hauptschaltberechtigung bei Betriebsstö-
rungen und/oder Teilausfall der im Augenblick akti-
vierten hauptschaltberechtigten Netzleitstelle.

35 Übergabe im ungestörten Betrieb:

Die anfordernde Netzleitstelle, welche die Hauptschaltbe-
rechtigung übernehmen möchte, sendet eine Anfrage an das
Umspannwerk (zentraler Steuerrechner), welcher eine Rund-
spruch-Meldung an alle anderen Stationen mit aktivierter

0192120

1

23. Systemgröße

Das hier dargestellte Ausführungsbeispiel eines Fernwirksystems ist in seinem Aufbau stark technologisch strukturiert und damit feldorientiert. Jedem Schaltfeld ist ein Meldungskonzentrator zugeordnet, der den Anschluß von 4 getrennten Prozeßmodulen gestattet. Jedes Prozeßmodul ist mit 32 Eingangsklemmen versehen, von denen jede eine Meldeleitung (hier 1 Bit) zu erfassen vermag.

Außerdem sind pro Prozeßmodul 4 Meßwerteingänge vorgesehen. Rein rechnerisch ergeben sich max. 128 mögliche Einzelbitinformationen und 16 Meßwerte pro Schaltfeld. Tatsächlich werden durch den Konzentrator pro Schaltfeld nur max. 64 Einzelbitinformationen und 4 Meßwerte verarbeitet. Die Einzelbitinformationen können freizügig entweder (max. 32) zweipoligen Schaltgerätestellungsmeldungen, Einzelmeldungen oder Zählerstandswerten zugeordnet werden. Eine Unterscheidung der Einzelmeldungen ist nicht erforderlich. Wenn in Sonderfällen aus einem einzelnen Schaltfeld Informationen in besonders großem Umfang zu erfassen sind, so besteht die Möglichkeit, einem Schaltfeld zwei oder mehr Meldungskonzentratoren im System zuzuordnen. Der mit dem Meldungsaufnehmer zusammen das Prozeßmodul bildende Befehlsausgeber läßt 16 Einzelbefehle, bzw. 8 zweipolige Schaltgerätebefehle zu. Bei Ausnutzung aller 4 pro Feld einsetzbaren Prozeßmodule sind also insgesamt 64 Einzelbefehle bzw. 32 zweipolige Befehle für Schaltgeräte oder jedes andere geradzahlige Mischungsverhältnis möglich.

Zur Aufbereitung der vom Meldungskonzentrator empfangenen Informationen werden diese an die Meldungsvorverarbeitung übergeben. Eine Einheit der Meldungsvorverarbeitung ist in der Lage, den Informationsfluß aus bis zu 32 Meldungskonzentratoren zu verarbeiten und weiterzugeben. (Maximal sind 256 Meldungskonzentratoren adressierbar.)

Dem zentralen Steuerrechner sind beispielhaft zugeordnet:

- 1 Befehlsrichtung aussendet. Diese Rundspruch-Meldung muß von allen anderen Stationen positiv beantwortet werden. Gleichzeitig mit dem Aussenden der Rundspruch-Meldung läuft eine Zeitüberwachung an. Die antwortenden Stationen
- 5 haben die Möglichkeit, eine positive oder eine negative Bestätigung zurückzugeben. Alle Bestätigungen müssen innerhalb der Zeitüberwachung zurückgegeben werden. Dies ist charakteristisch für den ungestörten Fall.
- 10 Nur im Falle einer positiven Bestätigung von allen Stationen, wird die Hauptschaltberechtigung an die anfordernde Netzeitstelle übergeben. Diese Übergabe wird an alle Stationen durch eine Rundspruch-Meldung mitgeteilt. Bei Eintreffen nur einer negativen Bestäti-
- 15 gung wird die Anforderung für die Übertragung der Hauptschaltberechtigung an die anfordernde Netzeitstelle verworfen. Dieser Vorgang wird ebenfalls mit Hilfe einer Rundspruch-Meldung an alle Stationen übermittelt. Da alle Bestätigungen, ob positiv oder negativ, innerhalb des
- 20 Zeitintervalls eingetroffen sind, hat ein Auslaufen der Zeitüberwachung für diesen Fall keine Bedeutung. Die Zeitüberwachung wird automatisch angehalten, sobald die letzte Bestätigung eingetroffen ist.
- 25 Im Falle des gestörten Zustandes, d.h. wenn die Kommunikation des zentralen Steuerrechners des Umspannwerkes an eine Netzeitstelle mit aktivierter Befehlsrichtung unterbrochen ist, wird aufgrund der unterbrochenen Fernübertragungseinheit auf die ausgesandte Rundspruch-Mel-
- 30 dung des zentralen Steuerrechners keine Antwort dieser Netzeitstelle eintreffen können. Dies hat zur Folge, daß innerhalb der Zeitüberwachung keine Antwort von dieser Netzeitstelle eintrifft und damit die Zeitüberwachung ausläuft. Dies bewirkt, daß ebenfalls die Anforderung auf
- 35 Umschaltung der Hauptschaltberechtigung auf die anfordernde Netzeitstelle verworfen wird. Dieser Vorgang, verursacht durch das Nichteintreffen einer Bestätigungsmeldung, wird an alle Stationen durch eine Rundspruch-Meldung mitgeteilt. Die anfordernde Station

1 hat nun die Möglichkeit, obwohl ihr auf diesem Wege die
Hauptschaltberechtigung nicht zugeteilt wurde, mit Hilfe
einer besonderen priorisierten Befehlsklasse Befehle an
alle Betriebselemente des Umspannwerkes zu senden. Diese
5 priorisierten Befehle werden im nachfolgenden als Schlüs-
selbefehle bezeichnet. Die Schlüsselbefehle sind dadurch
gekennzeichnet, daß in der Hauptnetzleitstelle ein
Schlüsselschalter betätigt werden muß, welcher dem dort
befindlichen Steuerrechner den Zugriff auf diese Schlüs-
10 selbefehle ermöglicht. Das Aktivieren derartiger Schlüs-
selbefehle wird sowohl in der Netzleitstelle, als auch im
Umspannwerk (im zentralen Steuerrechner) protokolliert.
Damit ist es möglich, auch bei gestörten Übertra-
gungseinrichtungen von jeder Netzleitstelle kurzzeitig
15 die Hauptschaltberechtigung zu übernehmen. Beim
Eintreffen des ersten Schlüsselbefehles wird automatisch
die Hauptschaltberechtigung auf diejenige Netzleitstelle
umgeschaltet, über deren aktivierten Befehlskanal der
Schlüsselbefehl eingetroffen ist. Eine Rückschaltung auf
20 andere Netzleitstellen aus der Ferne kann nur dann wieder
erfolgen, wenn das Gesamtsystem ohne Störung arbeitet.
Andernfalls ist eine Umschaltung vor Ort am zentralen
Steuerrechner des Umspannwerks erforderlich.

25

25. Übertragungsprozeduren

Wie bereits in Abschnitt 19.2 dargestellt, lehnt sich das
auf dem Fernübertragungskanal eingesetzte Protokoll an
30 das bekannte HDLC-Protokoll an. Die HDLC Spezifikationen
sind dahingehend modifiziert, daß kein Adress- und
Control-Field-Teil verwendet wird. Ein Informationspaket
auf der Übertragungsstrecke wird somit aus zwei Flags und
einem eingebetteten Information-Field gebildet. Das In-
35 formation-Field selber besteht aus einer Forward-
Sequence-Number (FSN), der Umspannwerknummer UW, der In-
formationsart des Informations-Feldes, der Schalt-
feldnummer, der Spannungsebene sowie einem variablen
Block (Informations-Feld), in welchem die Meldungsnummern

1 einer oder mehrerer Meldungen der im System möglichen
Meldungstypen, eingebettet sind. Ein Informationspaket
wird gemäß den HDLC-Protokollspezifikationen auf der
Übertragungstechnischen Seite durch z.B. 16 Prüfbits je
5 Informationspaket gesichert.

Das Generatorpolynom 16. Grades ist der Klasse der
Abramson-Code zuzuordnen. Jedes Information-Field
beinhaltet (wie bereits in Abschnitt 19 aufgeführt) die
10 sogenannte Forward-Sequence-Number. Mit Hilfe dieser
Durchnumerierung in Vorwärtsrichtung und der
Unterscheidung in Nutzpakete und Kanalbestätigungspakete
wird ein Sicherungsalgorithmus realisiert, welcher
ähnlichkeiten mit dem PCR-Verfahren von CCITT No. 7
15 aufweist. Die vom zentralen Steuerrechner an die Fern-
übertragungseinheit weitergegebenen Meldungen werden von
dieser eigenständig weiterbearbeitet. Diese
Weiterbearbeitung gliedert sich in Senderichtung in zwei
Teile (sh. Figur 12). Als Senderichtung soll im nachfol-
20 genden die Übertragungsrichtung vom Standpunkt der Fern-
übertragungseinheit zur entfernten Netzeitstelle
verstanden werden. In einem ersten Teil wird die empfan-
gene Meldung, ergänzt um die Forward-Sequence-Number,
zwischen zwei Flags eingebettet und in die synchrone
25 Übertragungsstrecke eingespeist. In einem zweiten Teil
wird diese Meldung gleichzeitig in einen Wiederholpuffer
eingetragen. Die Numerierung der Forward-Sequence-Number
erfolgt zyklisch, beginnend bei Null modulo 256. Die
Länge des Wiederholpuffers ist damit zu 256 gespeicherten
30 Meldungen vorgegeben.

Jedes Paket, welches von der Fernübertragungseinheit an
die Netzeitstelle ausgesendet wurde, wird von dieser
über den fernwirktechnischen Befehlsweg bei ordnungsge-
35 mäßen Empfang positiv bestätigt. Wurde dieses Informa-
tionspaket nicht ordnungsgemäß empfangen, so sendet die
Netzeitstelle keine positive Bestätigung zurück.
Prinzipiell wird auf der Übertragungsstrecke sowohl in
Melderichtung als auch in Befehlsrichtung zwischen Signa-

1 Signalisierpaketen und Nutzpaketen unterscheiden. Signalisier-
2 pakete sind jene Pakete, mit welchen der Datenfluß, d.h.
3 die Steuerung von Wiederholalgorithmen durchgeführt wird.
4 Nutzpakete sind all jene Pakete, welche zur Übertragung
5 von Befehlen (Netzleitstelle in Richtung Umspannwerk)
6 oder zur Übertragung von Meldungen (Umspannwerk in
7 Richtung Netzleitstelle) verwendet werden. Mit Hilfe der
8 Signalisierpakete kann nun eine empfangende Station der
9 sendenden Station mitteilen, bis zu welcher
10 durchlaufenden Nummer der Nutzpakete sie dieselben ohne
11 Fehler empfangen hat. Die sendende Station erkennt
12 daraus, ob zwischenzeitlich auf dem Übertragungsweg
13 Pakete gestört und damit von der empfangenen Station
14 verworfen wurden. Im Falle eines ungestörten Empfangs von
15 Nutzpaketen wird bei jedem Empfang eines Nutzpaketes ein
16 Signalisierpaket generiert und zurückgesendet. Da diese
17 Signalisierpakete sehr kurz sind werden hierdurch keine
18 nennenswerten Verzögerungen auf der Übertragungsstrecke
19 verursacht. Signalisierpakete werden jedoch immer dann
20 zurückgestellt, wenn Nutzpakete in der eigenen Senderich-
21 tung zu Übertragung anliegen. Eine Zeitüberwachung ver-
22 hindert, daß abhängig von der Übertragungsgeschwindigkeit
23 des Kanals, mit einer genügend großen Zeitreserve
24 spätestens immer dann ein Signalisierpaket gesendet wird,
25 bevor in der anderen Station der Wiederholpuffer
26 volllaufen könnte. Dieser zeitgesteuerte Algorithmus wird
27 nur dann in Aktion treten müssen, wenn in der eigenen
28 Senderichtung ein großes Angebot von zu übertragenden In-
29 formationen ansteht. Im Normalfall kann davon ausgegangen
30 werden, daß dieser Algorithmus nicht aktiviert zu werden
31 braucht. Es kann so weiterhin der Fall betrachtet werden,
32 daß ein generiertes Signalisierpaket, durch welches der
33 anderen Station der Empfang eines ungestörten Nutzpaketes
34 positiv bestätigt werden soll, sofort von der eigenen
35 Sendeeinheit an die andere Station ausgesendet wird.
Diese Signalisierinformation beinhaltet im wesentlichen
(wie bereits oben aufgeführt) die Forward-Sequence-Number
des zuletzt ungestört empfangenen Nutzpaketes. Bei unge-
störtem Empfang dieses Signalisierpaketes in der anderen

1 Station wird ein Herausnehmen von Meldungen aus dem
Wiederholpuffer einschließlich der durch das soeben em-
pfangene Signalisierpaket positiv bestätigten Meldung
veranlaßt. Damit ist der Zyklus einer ungestörten Über-
tragung beendet.

Im Falle einer gestörten Übertragung eines Nutzpaketes
von z.B. des Umspannwerkes in Richtung Netzleitstelle,
wird bei gestörtem Empfang des Nutzpaketes von der Netz-
10 leitstelle kein Signalisierpaket ausgesendet. In diesem
Fall greifen die Wiederholmechanismen im Umspannwerk.
Werden vom zentralen Steuerrechner keine weiteren Mel-
dungen an die Fernübertragungseinheit ausgegeben, erfolgt
ein vorausschauendes Wiederholen der noch im Wiederhol-
15 puffer unbestätigt stehenden Meldungen. Diese Meldungen
werden jedoch als Wiederholmeldungen gesondert gekenn-
zeichnet. Ein Wiederholen aus diesem Wiederholpuffer
erfolgt nun solange zyklisch bis

20 1. weitere Meldungen vom zentralen Steuerrechner an
die Fernübertragungseinheit übergeben werden oder

2. positive Quittierungen von der Netzleitstelle em-
pfangen wurden.

25
Neue Meldungen vom zentralen Steuerrechner bewirken ein
Unterbrechen des zyklischen Wiederholens aus dem Wieder-
holpuffer. Diese neuen Meldungen werden sofort auf den
Übertragungskanal ausgegeben und im Wiederholpuffer hin-
30 tenanstehend eingespeichert. Sie werden somit sofort auf
die Übertragungsstrecke ausgegeben und konfliktfrei in
den laufenden Wiederholmechanismus eingefügt. Bei Empfang
von positiven Bestätigungszeichen werden die so bestä-
tigten Meldungen aus dem Wiederholpuffer entfernt und
35 damit dieser entleert. In der zentralen Steuerstelle wer-
den von der dort vorhandenen Fernübertragungseinheit all
diejenigen Meldungen herausgefiltert, welche bereits feh-
lerfrei empfangen wurden, aber durch den vorausschauenden
Wiederholmechanismus (in diesem Fall unnötigerweise)

0192120

1 u. U. mehrmals gesendet wurden. Dieses Herausfiltern
erfolgt sehr einfach dadurch, daß ein Vergleich der be-
stätigten Forward-Sequence-Number und der mit Wiederhol-
kennung versehenen Forward-Sequence-Number erfolgt. Der
5 Vorteil des hier implementierten Verfahrens nach ist
darin zu sehen, daß für die gesamte Abwicklung des Proto-
kolls keine Zeitbedingungen eingehalten werden müssen.

Werden durch den Ausfall einer Übertragungsrichtung keine
10 Signalisierpakete mehr empfangen, welche positive
Bestätigungen von fehlerfrei empfangenen Nutzpaketen
beinhalten, so wird mit Sicherheit der Meldungs-Wieder-
holpuffer je nach Meldungsaufkommen nach einer gewissen
Zeit überlaufen. In diesem Falle werden alle im Wieder-
15 holpuffer anstehenden Meldungen gelöscht. Alle ab diesem
Zeitpunkt neu vom zentralen Steuerrechner übergebenen und
damit in die Ferne übertragenen Meldungen sind mit einer
dies anzeigenenden Überlaufkennung versehen. Die Zählung
der Forward-Sequence-Number beginnt erneut mit Null
20 (modulo 256). Die empfangende Station dekodiert diese
Überlaufkennung des Meldungswiederholpuffers. Sobald der
Rück-Kanal für die Bestätigung durch Signalisierpakete
wieder zur Verfügung steht, wird über einen zusätzlich zu
gebenden Rückstellbefehl in der Fernübertragungseinheit
25 der sendenden Station die Überlaufkennzeichnung
weggenommen. Die erste Meldung, welche ohne
Überlaufkennung ausgesendet wird, besitzt erneut die For-
ward-Sequence-Number Null. Damit wird eine Synchronisa-
tion der auf logischer Ebene asynchron arbeiteten Statio-
30 nen hinsichtlich der Forward-Sequence-Number sicherge-
stellt.

26. Systemverträglichkeit mit bestehenden Einrichtungen

35 Die Informationsdarstellung unterscheidet sich im hier
vorgestellten System grundsätzlich von allen bisher im
Einsatz befindlichen Fernwirkanlagen. Nur dadurch lässt
sich die Durchgängigkeit der Informationen und ihrer

1 Codierung über mehrere Ebenen des Informationsnetzes hinweg erreichen.

Eine Anpassung an bestehende Systeme bedeutet einen Verzicht auf viele der in diesem Konzept enthaltenen

5 Vorteile.

Zwei Arten der Anpassung können erforderlich sein:

- Anpassung dieses neuen Fernwirksystemes an eine
10 vorhandene Netzleitstelle und
- Anpassung vorhandener Fernwirkanlagen an Netzleitstellen die für den Empfang des hier vorgestellten Fernwirksystems eingerichtet sind.

15 Eine Anpassung an bestehende Netzleitstellen, eingerichtet für ein altes Fernwirkformat, geschieht derart, daß die Fernübertragungseinheiten Fernwirktelegramme so bilden, wie sie von der nachgeschalteten Netzleitstelle empfangen werden können. Die Umsetzung der bis dahin 20 durchgängig codierten Meldungen und Befehle in die herkömmliche Fernwirk-Bitstruktur erfolgt parametrierbar im zentralen Steuerrechner.

Problemlos gestaltet sich die Anpassung einer herkömmlichen Fernwirkübertragung an eine für das hier vorgesehene Datenformat eingerichtete Netzleitstelle. Hierzu wird anstelle der Prozeßmodule an einen modifizierten Meldungskonzentrator ein Telegrafiekanal herkömmlicher Fernwirkanlagen mit der alten Bitstruktur 30 angeschlossen. Die Adaption an die im System intern verwendete Informationsstruktur erfolgt vollständig auf diesem modifizierten Meldungskonzentrator, so daß jede weitere Hard- und Software aus der neuen Systemkonzeption übernommen werden kann. Mit Hilfe des am zentralen 35 Steuerrechner angeschlossenen Bediengeräts werden die hierfür benötigten Daten eingegeben und im Meldungskonzentrator nicht flüchtig abgelegt. Diese Einheit zur Umsetzung befindet sich am Ort der Netzleitstelle und dient außer zu der hier beschriebenen Anpassung zur

1 Einspeisung von örtlich anfallenden Informationen in das Gesamtinformationssystem. Der Befehlsweg wird analog behandelt. Die Umsetzung der Informationen in 1 Bit-Informationen der herkömmlichen Fernwirktechnik erfolgt im
5 Befehlsübertragungsmodul des modifizierten Meldungskonzentrators. Das Befehlsübertragungsmodul ist analog über das Bediengerät (angeschlossen am zentralen Steuerrechner) parametrierbar. Auch hier gelten die Password-geschützten und Benutzer-geführten Eingabeprozeduren (siehe
10 Abschnitt 22).

Der Anschluß von Netzleitstellen, die unterschiedliche Informationsformate (alt/neu) erfordern, kann im gemischten Betrieb über die in Abschnitt 29 beschriebene
15 Doppelrechner-Struktur erfolgen.

27. Anpassung an Einrichtungen der integrierten Sekundärtechnik

20 In den zukünftigen Schaltanlagen wird die integrierte Sekundärtechnik in zunehmenden Maße eingesetzt. Hierbei werden Schaltanlagen-intern die fernwirkrelevanten Informationen über ein paralleles Bus-Interface oder eine
25 serielle Schnittstelle untereinander ausgetauscht. Hierüber laufen Schaltgerätestellungsmeldungen, Schutz- und Schaltfehlerschutzinformationen sowie in weiterer Zukunft auch die Meßwerte. Die Befehlgabe (z.B. Schutz-auslösung) wird ebenfalls über diese Informationsstrecken
30 erfolgen. Das hier vorgestellte Fernwirksystem wird die Möglichkeit bieten, über ein modifiziertes Prozeßmodul an diesem Informationsverkehr teilzunehmen.

35 28. Bestimmung der Kanalgüte in Befehlsrichtung

Herkömmliche Fernwirksysteme zeigen nicht erkannte Telegramme mittels einer Impulsfehlermeldung an. Da bei dem hier vorgestellten System die rein Übertra-

1 gungstechnischen Vorgänge an der Peripherie (Fernübertra-
5 gungseinheit) ablaufen und Fehler dort direkt abgefangen
werden, enthält die Aussage über das Auftreten eines
Impulsfehlers keine verwertbare Information. Insbesondere
5 wenn aus dem häufigeren Auftreten von Impulsfehlern eine
Verschlechterung der Qualität des Übertragungskanals
abgeleitet werden soll. Im hier vorgestellten System wer-
den gestörte Meldungen über die Differenz der eigenen
10 Forward-Sequence-Number und der empfangenen Forward-
Sequence-Number (bzw. der Wiederholpuffer-Überlauf-
Kennung, bzw. aufgrund der Prüfsummen (CRC)-Abprüfung)
festgestellt. Ein Maß für die Güte des Übertragungskanals
bzw. eine Aussage über die Anzahl gestörter Meldungen in-
15 nerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes kann auf diese
Weise ermittelt werden. Die Ermittlung dieser Differenz
kann zu fest vorgegebenen Zeitabschnitten mit Hilfe der
Signalisierpakete erfolgen.

Das System ermöglicht so eine Aussage wieviel Prozent der
20 z.B. in der letzten Stunde zur Übertragung anstehenden
Meldungen gestört worden sind. Weitergehende
Interpretierungen dieser Zahl werden von dem System nicht
vorgenommen.

25

29. Sicherheitsaspekte in der Unterstation

In der herkömmlichen Fernwirktechnik steht bei Mehrfach-
30 Steuermöglichkeiten für jeden Übertragungsweg eine kom-
plette eigene Fernwirkanlage zur Verfügung. Die Befehle
bzw. Meldungen laufen lediglich über Abriegelungsrelais
in die Schaltanlage.

Bei dem hier vorgestellten System besteht trotz
35 mehrfacher Steuermöglichkeit die Gefahr des Ausfallens des
zentralen Steuerrechners bzw. der Meldungsvorverarbei-
tung. Dies würde zu einem Gesamtausfall der Anlage für
alle Steuerrichtungen führen. Der Ausfall eines Meldungs-
konzentrators wird nur zum Ausfall eines Schaltfeldes

1 führen. Der Ausfall einer Fernübertragungseinheit führt
nur zum Ausfall eines Befehls- und Meldeweges.

Basierend auf diesen Überlegungen werden die Meldungskon-
5 zentratoren einschließlich der Befehlsübertragungsmodule
vollständig autonom betrieben (z.B. eigene
Stromversorgung).

Da ein Ausfall des zentralen Steuerrechners bzw. der Mel-
10 dungsvorverarbeitung zu einem Stillstand der gesamten
Unterstation führt, werden zur Sicherheit diese beiden
zentralen Module vorteilhafterweise gedoppelt. Die
hierbei entstehende Systemarchitektur ist dargestellt.
Die Meldungskonzentratoren kommunizieren mit zwei
15 getrennt arbeitenden Meldungsvorverarbeitungen über zwei
getrennte, serielle Kommunikationsbusse. Der Austausch
von Daten auf diesen seriellen Kommunikationsbussen
erfolgt mit einer Übertragungsrate von z.B. 2 MBit/s.
Diese getrennten, seriellen Kommunikationsbusse je Mel-
20 dung- und Befehlsrichtung können hardwaremäßig jeweils
unabhängig von einander individuell von jedem Meldungs-
konzentrator weggeschaltet bzw. hinzugeschaltet werden.
Die Arbeitsweise der gedoppelten Meldungsvorverarbeitung
und der gedoppelten zentralen Steuerrechner erfolgt im
25 Cold-Stand-By-Betrieb.

Nachfolgend wird die Kombination Meldungsvorverarbeitung
und Zentraler Steuerrechner als Stationsrechner
bezeichnet.

Ein dritter Rechner, der Systemrechner, wird zur Kontrol-
30 le dieser beiden Stationsrechner eingesetzt. An jedem
Stationsrechner sind getrennt angeschlossen:

- das Bediengerät,
- Massenspeicher und
- Drucker.

35

Der Anschluß der Anzeigen vor Ort an einen dieser beiden
Stationsrechner ist so ausgeführt, daß ein Wechsel von
einem Stationsrechner auf den anderen von Hand leicht

1 durchzuführen ist.

0192120

Der Anschluß der einzelnen Fernübertragungseinheiten auf die jeweilige Fernübertragungsstrecke erfolgt über 5 Umschalter, welche vom Systemrechner gesteuert werden. Vom Systemrechner werden auch die einzelnen Meldungskonzentratoren an die jeweiligen seriellen Kommunikationsbusse angeschaltet bzw. weggeschaltet. Die Umschaltung von einem Stationsrechner auf den anderen Stations- 10 rechner erfolgt so durch entsprechendes Umschalten der Meldungskonzentratoren auf den jeweiligen anderen Kommunikationsbus und Umschalten der Fernübertragungsstrecken auf die dem jeweiligen Stationsrechner zugeordneten Fernübertragungseinheiten. Diese Umschaltung unterliegt einer 15 zwei aus drei Kontrolle, welche vom Systemrechner iniziiert und vom nicht aktiven Stationsrechner bestätigt werden muß. Im Falle der Störung des aktiven Stationsrechners genügt so die positive Quittierung des noch fehlerfrei arbeitenden, nicht aktiven Stationsrechners, auf 20 welchen umgeschaltet werden soll. Zur gegenseitigen Überwachung zwischen Systemrechner und den Stationsrechnern werden periodisch Meldungen ausgetauscht. Antwortet einer der Rechner nicht mit der richtigen Antwort bzw. meldet er sich nicht automatisch mit der benötigten Mel- 25 dung, so wird er entsprechend einer zwei-aus-drei-Kontrolle von den zwei anderen Rechnern außer Betrieb genommen. Dies gilt ebenfalls für den Systemrechner, welcher bei Defekt von den beiden Stationsrechnern außer Betrieb gesetzt werden kann. Erfolgt eine Umschaltung von 30 einem Stationsrechner auf den anderen Stationsrechner, so muß der neu zu aktivierende Stationsrechner aus dem Zustand Cold-Stand-By hochgefahren werden. Dies hat zur Folge, daß der neu aktivierte Stationsrechner eine GA iniziiert, welche ihm den aktuellen Zustand aller Schalt- 35 felder liefert. Diese Umschaltung auf den zweiten Stationsrechner wird den jeweiligen Netzleitstellen mit Hilfe einer Systemmeldung mitgeteilt. Die Umschaltung auf den zweiten Stationsrechner erfolgt nicht nur im Falle einer Störung. Zur Überprüfung der einzelnen Umschaltme-

1chanismen wird täglich in verkehrsarmen Betriebsstunden
eine derartige Umschaltung automatisch initiiert. Diese
Umschaltung kann z.B. von der Uhrzeit (DCF-77) abgeleitet
werden.

5

Die Konfigurierung der beiden Stationsrechner erfolgt
getrennt über das jeweilige Bediengerät. Damit ist es
möglich, den zweiten, nicht aktivierten Stationsrechner
neu zu konfigurieren, ohne daß die gesamte Unterstation
10 außer Betrieb genommen werden muß. Beim Umschalten auf
den zweiten Stationsrechner wird die Einstellung der
Hauptschaltberechtigung auf den in diesem Rechner
abgelegten Defaultwert eingestellt. Dies hat zur Folge,
daß bei einer derartigen Umschaltung eine Netzleitstelle,
15 welche zum Zeitpunkt des Umschaltens abweichend von der
Defaulteinstellung die Hauptschaltberechtigung wahrgenom-
men hatte, diese neu anfordern muß. Daß eine neue Anfor-
derung durchgeführt werden muß, erkennt die Netzleitstel-
le aus der eingehenden Meldung: "Rechnerumschaltung in
20 der Unterstation". Eine Umschaltung der Hauptschaltbe-
rechtigung ist in jedem Fall möglich (siehe Ab-
schnitt 24).

Bei gleichzeitigem Betrieb beider Stationsrechner können
25 die Fernübertragungseinheiten auf die beiden Stations-
rechner in der Art aufgeteilt werden, daß z.B. der eine
Stationsrechner Informationen im neuen, hier vorge-
stellten Format bearbeitet, während der andere Stations-
rechner andere Fernwirkstrecken mit der herkömmlichen
30 Telegrammstruktur bedient.
Allerdings können in dieser Betriebsart jeder Netzleit-
stelle nur bestimmte Schaltfelder (Meldungskonzen-
toren) zugeordnet werden.

0192120

1
30. Verdichtete Meßwertübertragung

Unter bestimmten Betriebszuständen kann es notwendig
 5 sein, einen schnellen, groben Überblick über einen Teil
 der Meßwerte (z.B. U und I oder P und Q) aller Felder
 einer Schaltanlage zu gewinnen.

Hierfür bietet das hier vorgestellte System eine
 klassifizierte Meßwertübertragung mit kurzer Übertra-
 10 gungszeit an. Jeder Meßwert-Bereich ist in beispielsweise
 4 Klassen unterteilt, welche durch 3 parametrierbare
 Schwellwerte festgelegt sind. Als Default-Werte können
 die nachstehenden Voreinstellungen gewählt werden:

	Klasse	Prozent des Meßbereichs	Schwellwert
--	--------	-------------------------	-------------

	I	0 9%	
			10%
20	II	10 49%	
			50%
	III	50 89%	
			90%
25	IV	90 100%	

Werden z.B. 3 Schaltfelder durch Schutzauslösungen nahezu
 zeitgleich (z.B. innerhalb von 100 ms) abgeschaltet, so
 kann davon ausgegangen werden, daß alle Meßwerte zu
 übertragen sind. Je nach Netzsicherheits-Philosophie müs-
 30 sen

- Spannung und Strom oder
- Wirk- und Blindleistung

35 schnellstmöglichst verfügbar sein.
 Hierbei sind für eine rasche Information über die nun
 entstandenen Belastungen der einzelnen Betriebsmittel
 klassifizierte Meßwerte genügend hilfreich, sofern sie
 kurzfristig verfügbar sind. Die genauen Meßwerte werden
 40 anschließend zeitunkritisch übertragen.

1 Gemäß dem in Figur 7 dargestellten Aufbau eines Meldungs-telegramms ergeben sich pro Schaltfeld in einem Meldungs-telegramm ca. 5 - 15 Bit.

5 Die Übertragungsdauer für unterschiedliche Größe der Schaltanlage und Übertragungsgeschwindigkeit ergibt sich im Mittel zu

	Schaltanlagen mit	Übertragungs- geschwindigkeit	Übertragungs- zeit
10	10 Schaltfeldern	200 Bd	0,8 s
	30 Schaltfeldern	600 Bd	0,6 s

15

31. Systemunterstützung bei Inbetriebnahmetests

Die Inbetriebnahme von Fernwirksystemen erfordert wegen des direkten und sofort zu erfolgenden Vergleichs zwischen der in der Unterstation eingegebenen Meldung und der in der entfernten Netzleitstelle daraufhin ausgegebenen Meldung in Klartext mehrere Personen. In der konventionellen Fernwirktechnik erfolgt diese Kontrolle über direkten telefonischen Informationsaustausch.

25 Das hier vorgestellte System ermöglicht es, bei derartigen Inbetriebnahmetests, die in der Netzleitstelle ausgegebenen Informationen (Meldungen, Meßwerte usw.) systemintern in Klartextübertragung in die Unterstation zurück zu übertragen. Diese Rück-Übertragung erfolgt über den Befehlskanal (Informationstyp: Klartext). Durch Ausgabe dieser Klartexte kann der Inbetriebnehmer in der Unterstation ohne Zuhilfenahme weiterer Personen in der Netzleitstelle die ordnungsgemäße Eintreffen der Informationen überprüfen. Dies führt zu einer wesentlichen Einsparung von Inbetriebnahmepersonal, zu einer bedeutenden Zeitersparnis und verhindert Störungen des Wartpersonals während ausgedehnter Inbetriebnahme- und Testarbeiten.

BARDEHLE · PAGENBERG · DOST · ALtenBURG
& PARTNER

RECHTSANWÄLTE

JOCHEN PAGENBERG DR. JUR. LL. M. HARVARD**
BERNHARD FROHWITTER DIPL.-ING.**
GÜNTER FRHR. v. GRAVENREUTH DIPL.-ING. (FH)*
JÜRGEN KROHER DR. JUR. LL. M. QUEEN'S UNIV.*

PATENTANWÄLTE - EUROPEAN PATENT ATTORNEYS
HEINZ BARDEHLE DIPL.-IN. **0192120**
WOLFGANG A. DOST DR. DIPLO.-CHEM.
UDO W. ALtenBURG DIPLO.-PHYS.
BERNHARD H. GEISSLER DIPLO.-PHYS.
DR. JUR. MC LIGWU RECHTSANWALT*, US ATTORNEY AT LAW**

PATENT- UND RECHTSANWÄLTE, POSTFACH 86 06 20, 8000 MÜNCHEN 86

POSTFACH 86 06 20 8000 MÜNCHEN 86
TELEFON (089) 98 03 61
TELEFAX 522 791 paddr
TELEFAX (089) 98 97 63
HYPOBANK MUC 6880130 600 (BLZ 700 200 01)
PGA MUC 387 37-808 (BLZ 700 100 80)
BÜRO GALILEIPLATZ 1, 8000 MÜNCHEN 80

DATUM 4. Februar 1986
D 6588 Kn/wi

Patentansprüche

- 1 1. Verfahren zur Datenübertragung in der Fernwirkechnik in Melde- und Befehlsrichtung, bei dem Information von einer Informationsquelle zu einer oder mehreren Informationssenken auf vorhandenen, langsamen Übertragungskanälen übertragen wird dadurch gekennzeichnet, daß selbstbeschreibende Datenformate verwendet werden, die neben der Information jeweils eine Aussage über die Informationsquelle und die Informationsart aufweisen.
- 5 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch Informationsauswahl, Informationskompression, Informationsbündelung, Verdichtung der Meßwerte und/oder Meldungspriorisierung die Übertragungszeit derjenigen herkömmlicher Fernwirkanlagen entspricht.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsgeschwindigkeit auf Einzelstrecken des Fernwirknetzes den zu übertragenden Datenmengen angepaßt wird.

20

1 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß große Informationsmengen in langen Übertragungspaketen übertragen werden, die in logische Blöcke unterteilt sind, wobei die Übertragung 5 der Übertragungspakete ohne Informationsverlust nach jedem logischen Block unterbrochen werden kann.

5 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte codiert in physikalischen Größen mit SI-Einheiten übertragen werden.

15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Güte des Übertragungskanals fortwährend überwacht wird.

20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mit nur einem System die Steuerung von Elementen eines Energieversorgungssystems /bei Mehrfachzugriff in einer Unterstation durch eine eindeutige, umschaltbare Zuordnung der Hauptschaltberechtigung konfliktfrei erfolgt, wobei im Störungsfall durch Schlüsselbefehle die Hauptschaltberechtigung umschaltbar ist.

25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die in einer Unterstation in ihrer Gesamtheit anfallende Informationsmenge durch Überlagerung mit Informationsmasken in beliebige Untermengen aufteilbar ist und diese Untermengen beliebigen Netzleitstellen zur Verfügung gestellt werden 30 können.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß durch Wahl einer Codierung für Klartext solcher in Melde- und Befehlsrichtung direkt systemunterstützt übertragen wird.

1 10. Einrichtung zur Datenübertragung in der Fernwirktechnik
in Melde- und Befehlsrichtung, bei/Information von
einer Informationsquelle zu einer oder mehreren In-
formationssenken auf vorhandenen langsamem Übertra-
gungskanälen übertragen wird, gekennzeichnet durch

5 - mindestens ein Prozeßmodul zur Informationserfassung
und Befehlsausgabe,

10 - mindestens einen Meldungskonzentrator/Befehlsüber-
trager, der mit mindestens einem Prozeßmodul ver-
knüpft ist,

15 - mindestens eine Einrichtung zur Meldungsvorverarbei-
tung, die mit mindestens einem Meldungskonzentrator
verbunden ist,

20 - mindestens einen zentralen Steuerrechner, der mit
mindestens einem Meldungskonzentrator verbunden ist
und

25 - mindestens einer Fernübertragungseinheit, die mit
mindestens einem zentralen Steuerrechner verbunden
ist,

30 11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
daß mit Hilfe des Prozeßmoduls die Informationen
schaltfeldbezogen auflegbar sind, wobei die Zuordnung
zwischen physikalischer Klemme und Informationsnummer
in einer der nachfolgenden Stufen auf einer logischen
35 Verarbeitungsebene erfolgt.

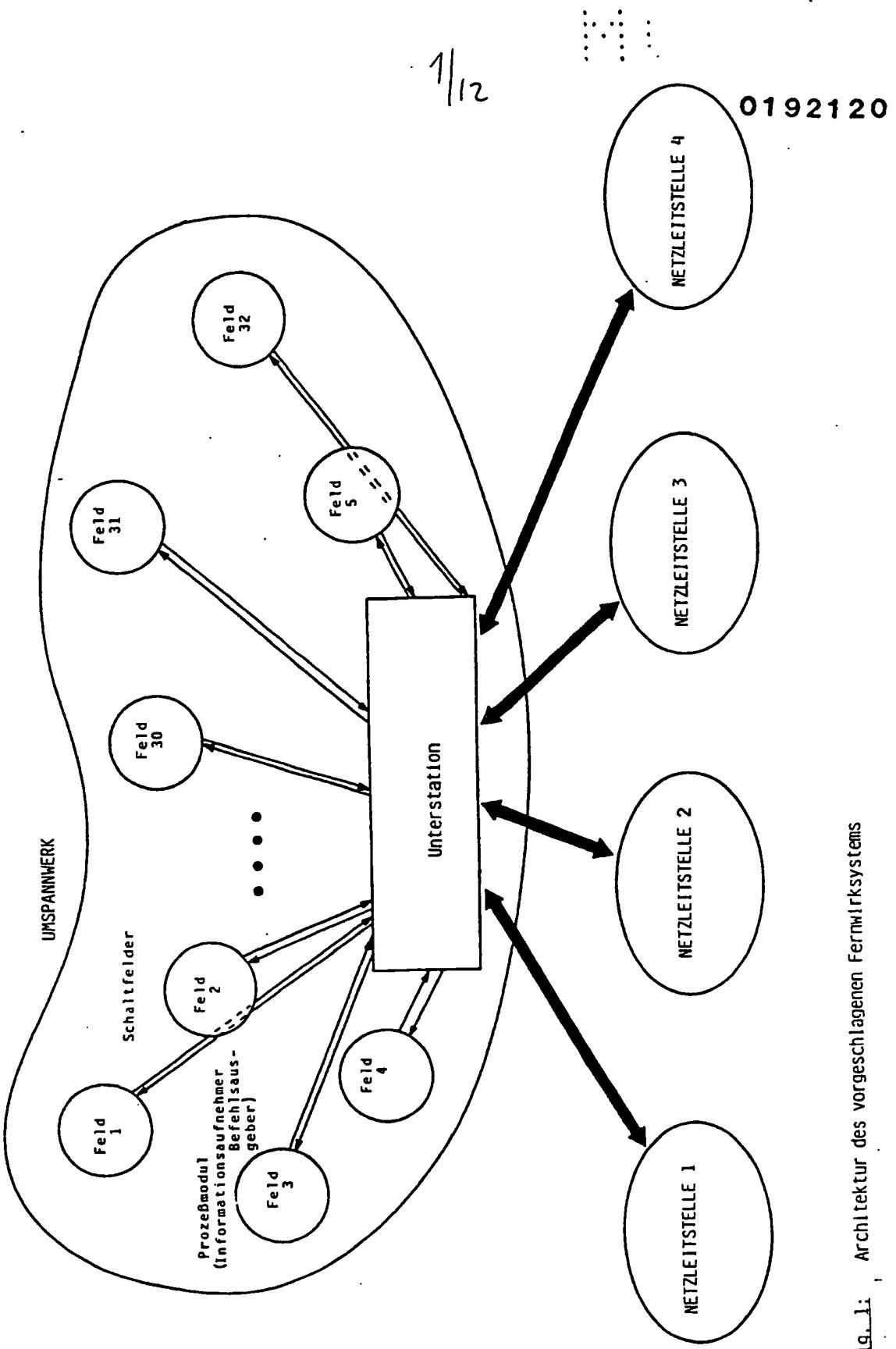


Fig. 1: Architektur des vorgeschlagenen Fernwirksystems

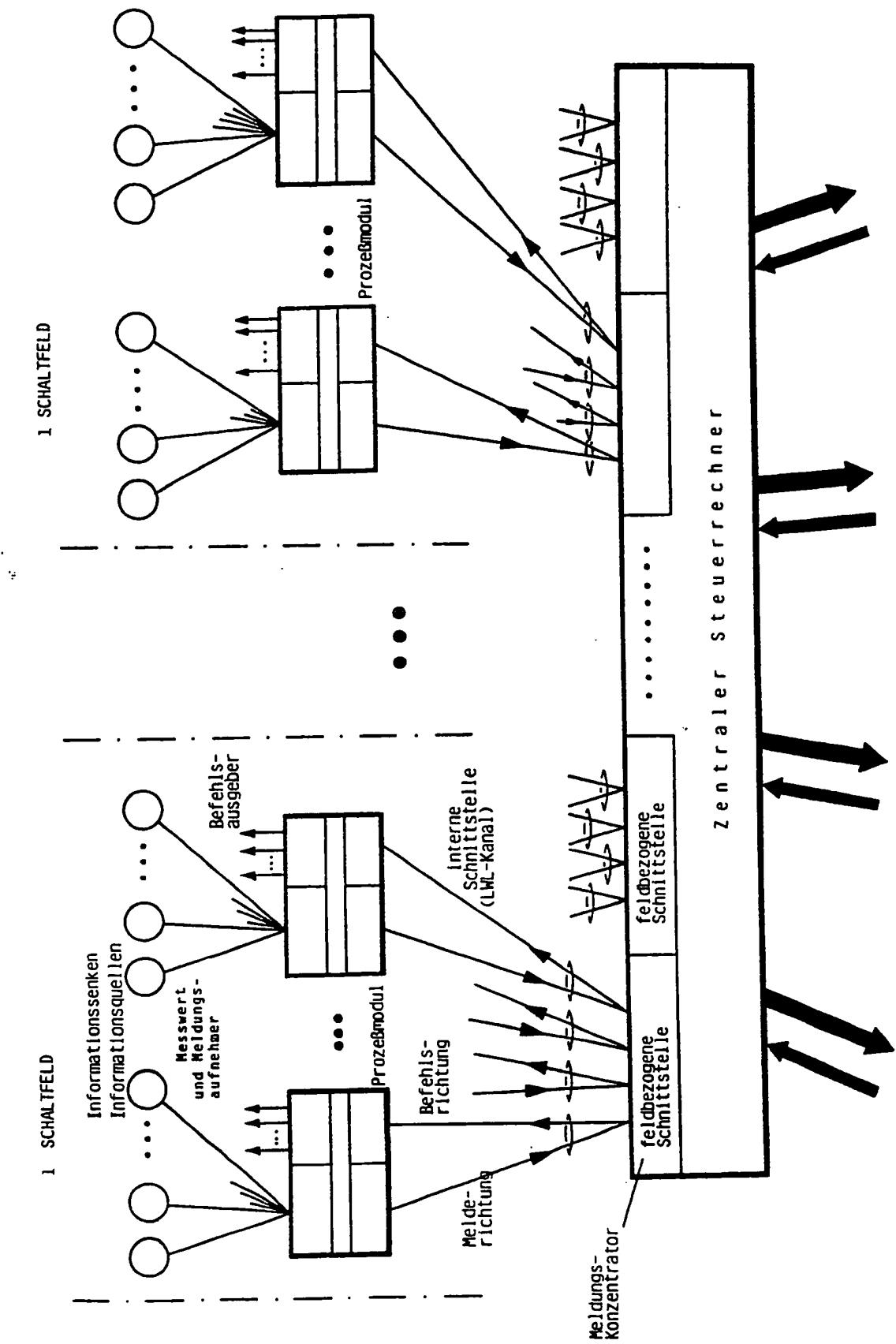
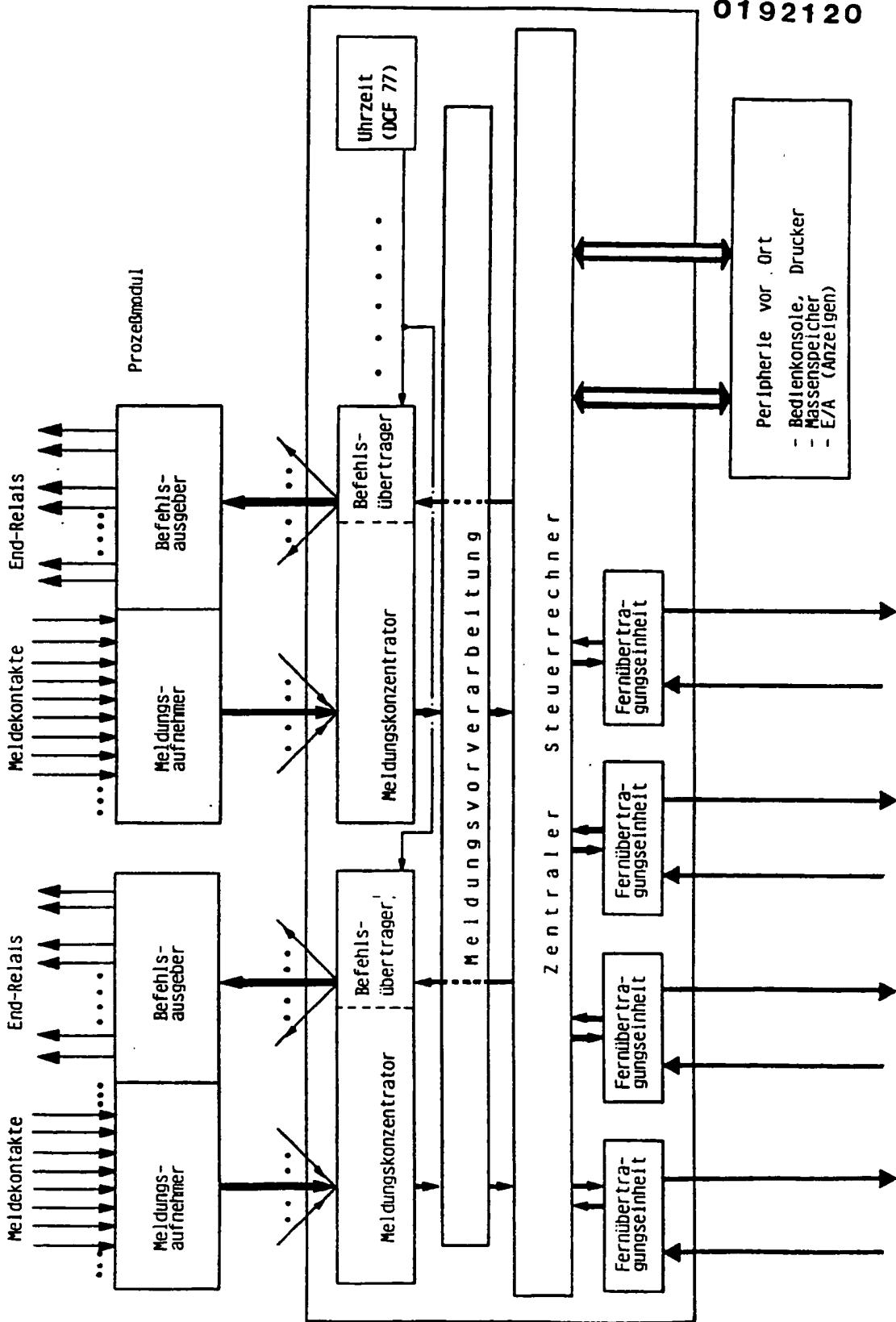


Fig. 2: Fernwirkelrichtungen im Umspannwerk

0192120



Ela. 3: Struktur der Unterstation

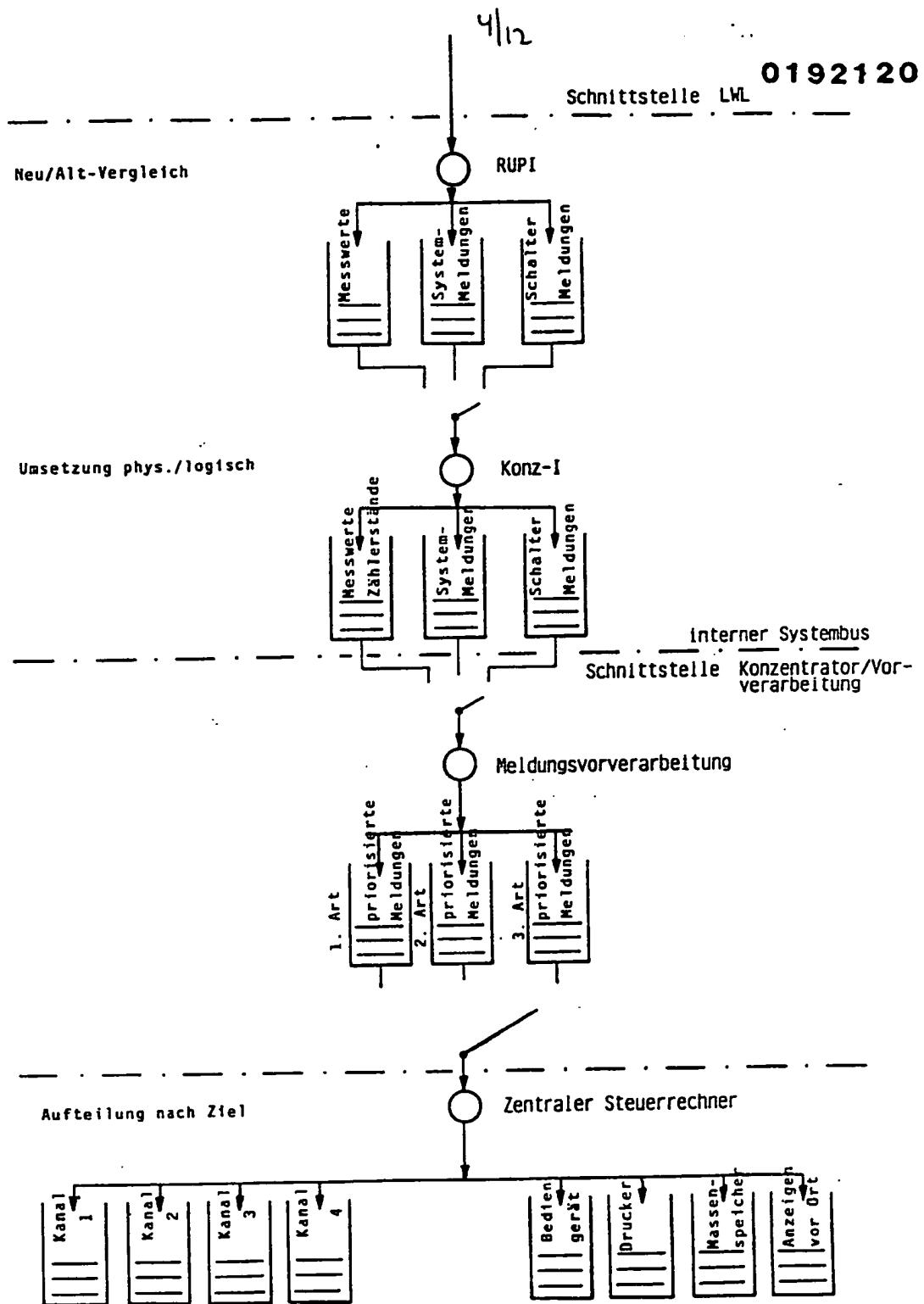


Fig. 4: Datenfluß der Unterstation in Melderichtung

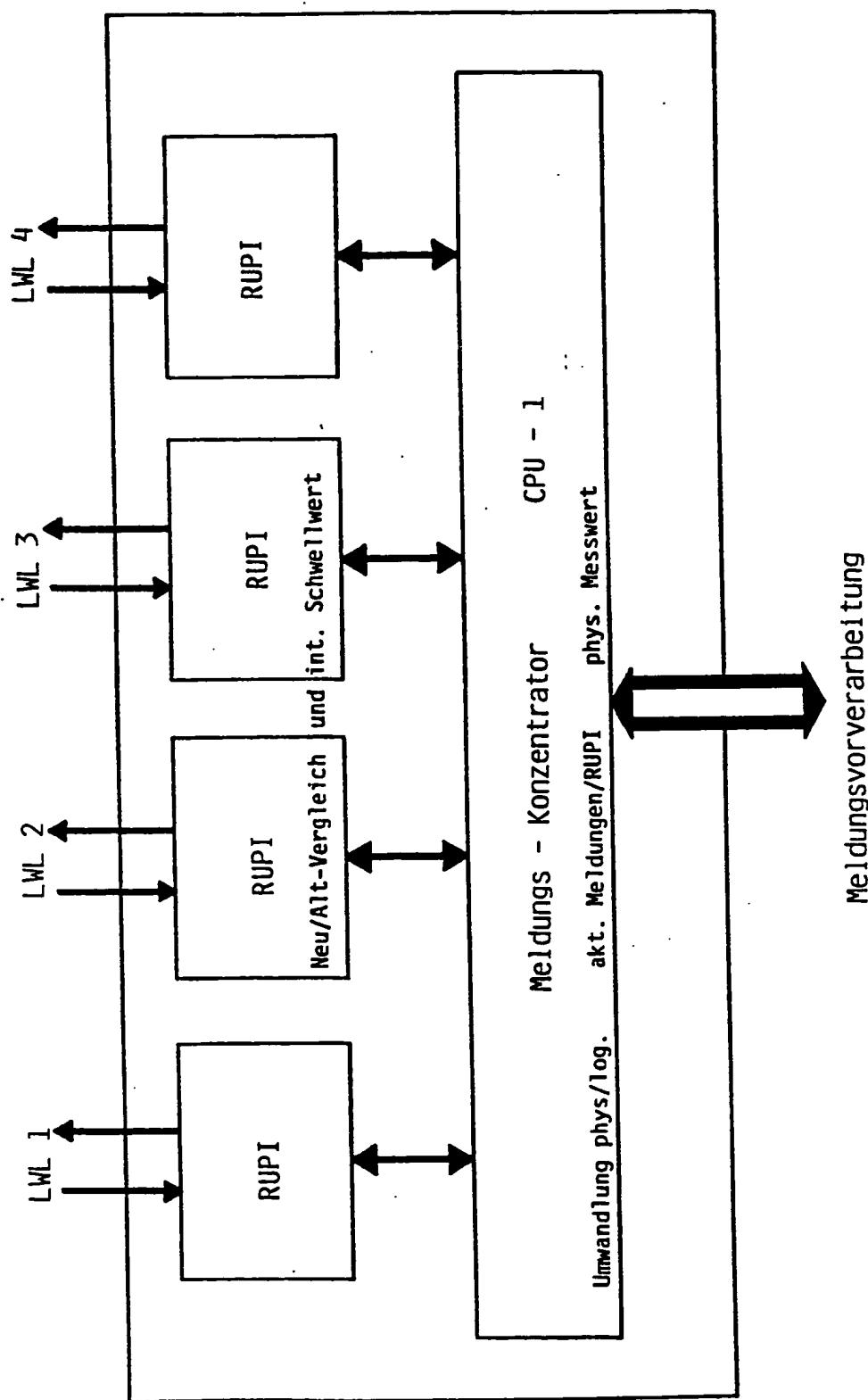


Fig. 5: Hierarchiestufen des Meldungskonzentrators

6
12

0192120

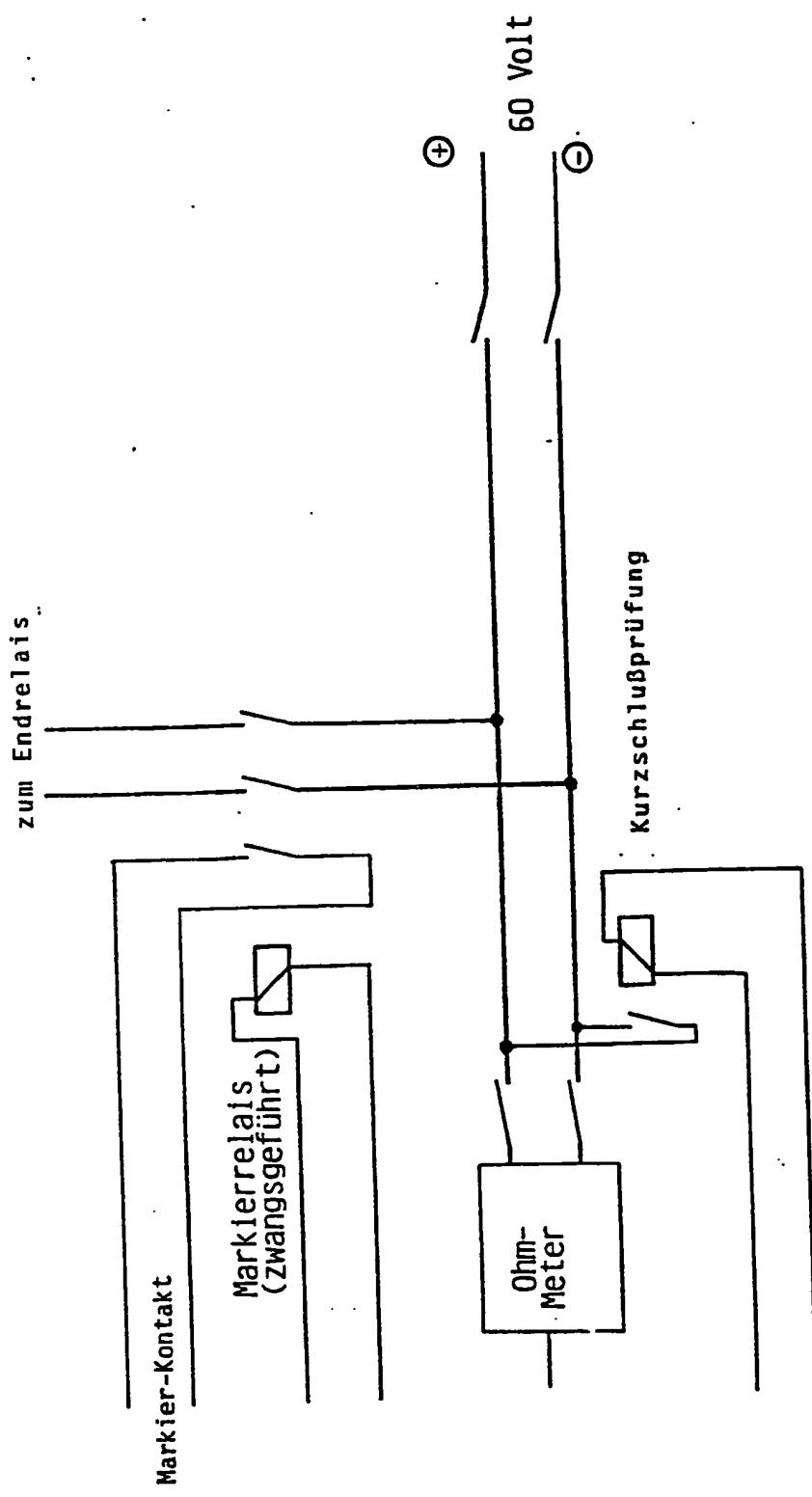


Fig. 6: Prinzipschaltbild der Befehlsausgabe

	Flag	FSN	UW	IA	SF	SE	IF	CKS	Flag
	1	2	3	4	5	6	7	8	1

- 1 : Flag (Synchronzeichen)
- 2 : Forward Sequence Number
- 3 : Umspannwerk
- 4 : Informationsart
- 5 : Schaltfeld
- 6 : Spannungsebene
- 7 : Informationsfeld (Meldung)
- 8 : Prüfsumme

7/12

0192120

Fig. 7: Meldungsformat auf der Fernübertragungsstrecke

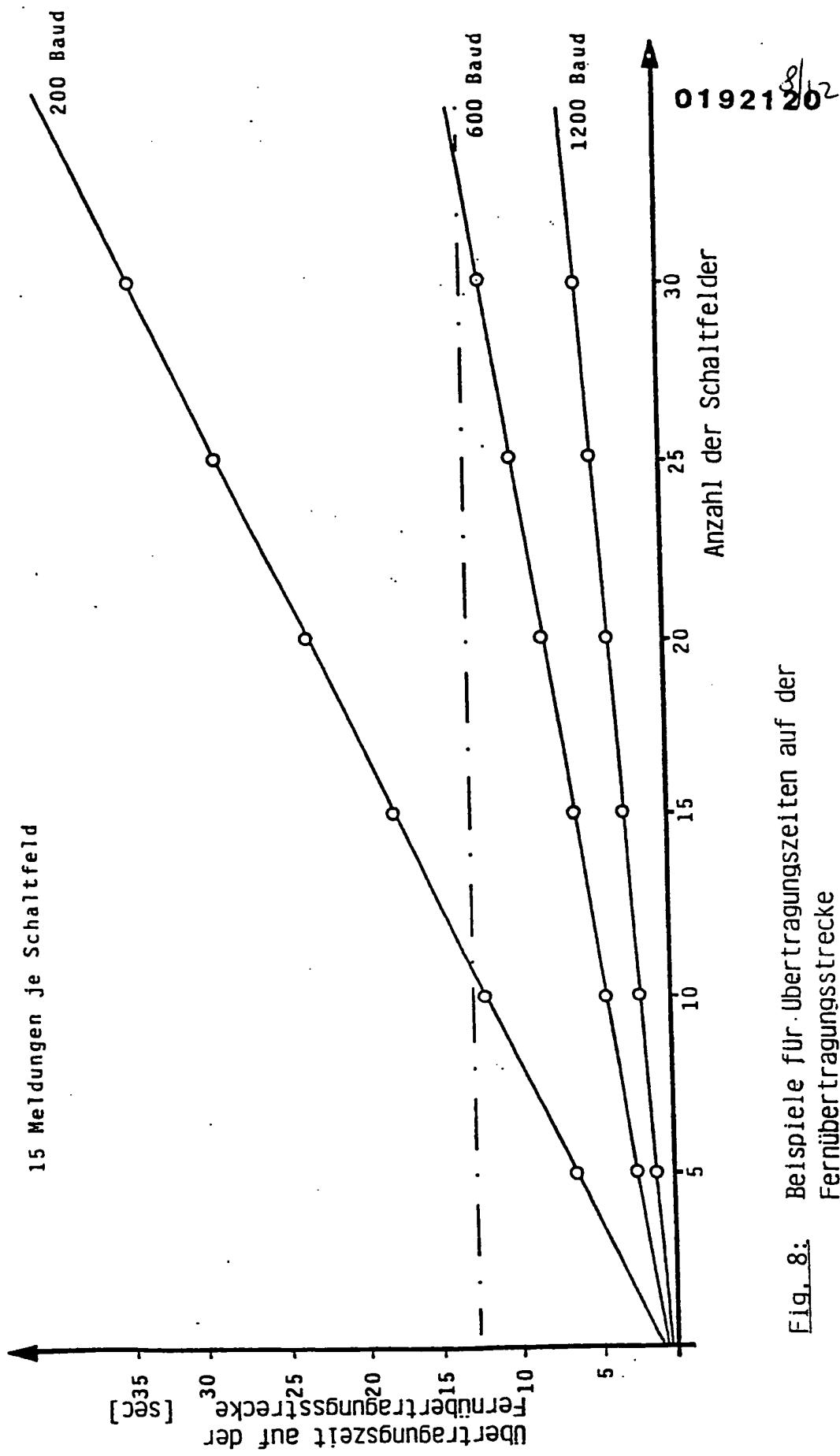


Fig. 8: Beispiele für Übertragungszeiten auf der Fernübertragungsstrecke

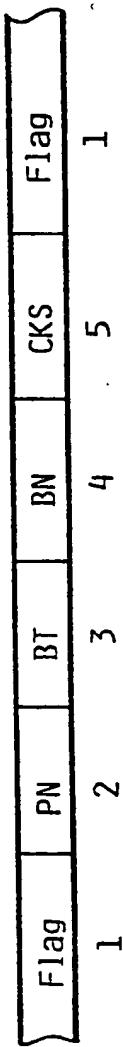
0192120

Flag	SM	MW	BF	PN	Sym	Cks	Flag
1	2	3	4	5	6	7	1

- 1 : Flag (Synchronzeichen)
- 2 : Schaltermeldungen
- 3 : Meßwert (16 Bit, Vorzeichen)
- 4 : Befehlsflag
- 5 : Paketnummer
- 6 : Systemmeldung
- 7 : Prüfsumme

Fig. 9: Meldungsformat auf der internen Schnittstelle

01921120



- 1 : Flag (Synchronzeichen)
- 2 : Packetnummer
- 3 : Befehlstyp
- 4 : Befehlsnummer
- 5 : Prüfsumme

Fig. 10: Übertragungsformat auf der internen Schnittstelle
In Befehlsrichtung

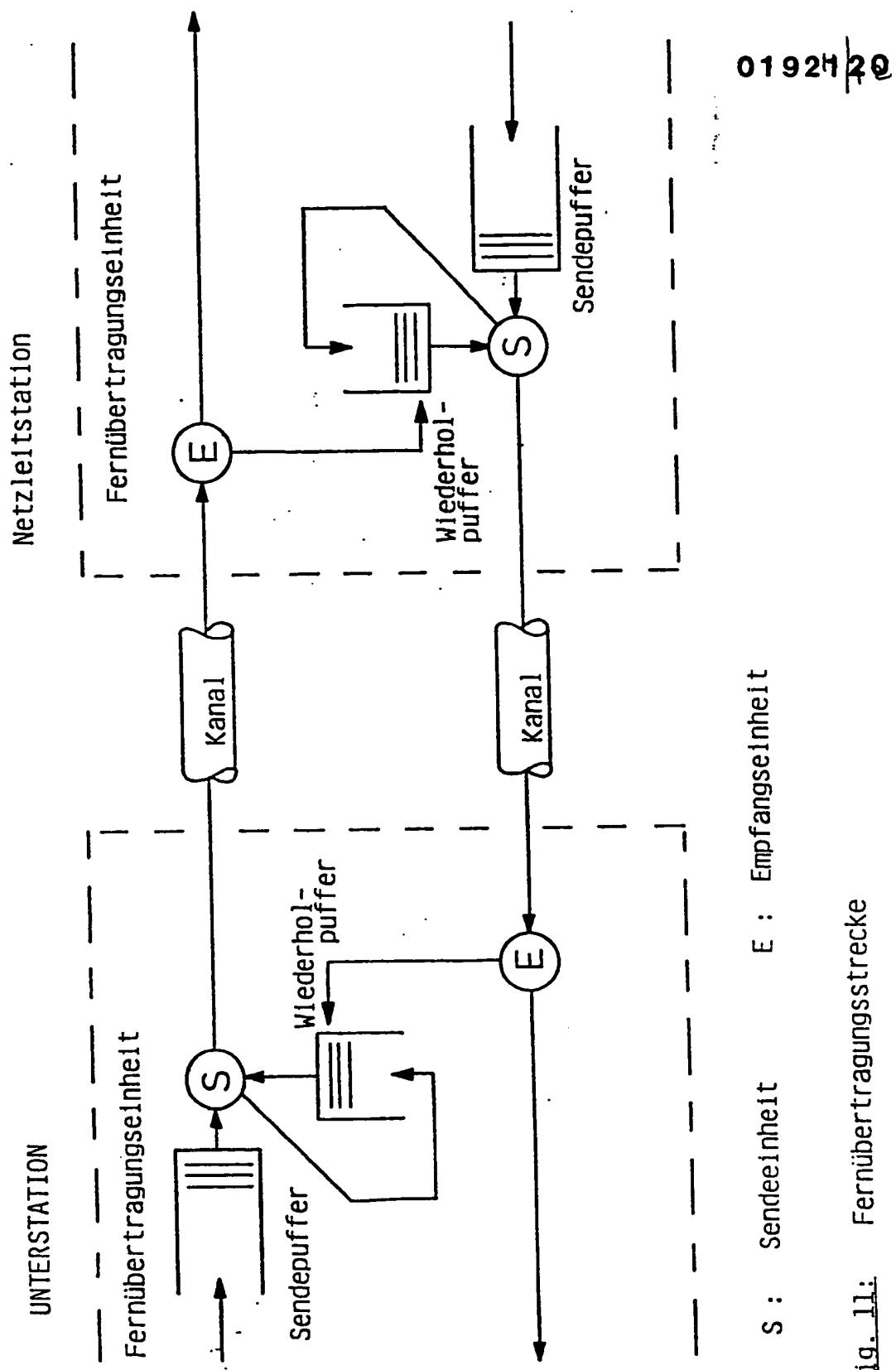


Fig. 11: Fernübertragungsstrecke



S : Sendeeinheit E : Empfangseinheit

019212d_12

